



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
TECNOLOGÍAS**

**INTEGRACIÓN DE LA NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA PARA EL DISEÑO
ARQUITECTONICO EN MODELOS DE INFORMACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN - BIM**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRA EN ARQUITECTURA**

**PRESENTA:
ING. ARQ. ELIZABETH AMADOR CABRERA**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. CARLOS A. BIGURRA ALZATI
Facultad de Arquitectura, UNAM**

COTUTORES:
DRA. GENEVIEVE LUCET
Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM
MAT. MÁRIA DEL CARMEN RAMOS NAVA
Dirección General de Computo y Tecnologías de Información y Comunicación, UNAM
MTRO. EN ARQ. JORGE RANGEL DAVALOS
Facultad de Arquitectura, UNAM
MTRO. EN ARQ. ERNESTO OCAMPO RUIZ
Facultad de Arquitectura, UNAM

Ciudad Universitaria, CdMx, NOVIEMBRE 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS

Universidad Nacional Autónoma de México



Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura

Integración de la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico,
en modelos de información para la construcción- BIM

Ing. Arq. ELIZABETH **AMADOR** + Dr. CARLOS A. **BIGURRA**

PROCESO DE TESIS + DOCUMENTO DE PROYECTO

Para la obtención del grado en Maestría en Arquitectura- Tecnología



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado y Maestría en Arquitectura
Campo de conocimiento: Tecnologías
Ciudad de México, 2019.



Los nombres comerciales que aparecen en esta investigación son marcas registradas de sus respectivos propietarios.



Las imágenes que aparecen en este trabajo de investigación se utilizan con derecho de copyleft de Creative Commons o son de libre circulación en internet y exclusivamente con fines académicos y sin fines de lucro.





El trabajo de investigación y experimentación realizado en la Tesis de Maestría en Arquitectura, campo de conocimiento en tecnologías cuyo título es: **“Integración de la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico, en modelos de información para la construcción- BIM”**, que presenta la Ingeniera Arquitecta Elizabeth Amador Cabrera, se realizó bajo la dirección del:

Dr. Carlos A. Bigurra Alzati, asesor técnico por la Facultad de Arquitectura de la UNAM.

COMITÉ ASESOR



Director de tesis

Dr. Carlos A. Bigurra Alzati

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura.
UNAM.



Co-director de tesis

Dra. Genevieve Lucet

Instituto de Investigaciones Estéticas
UNAM.



Co-director de tesis

Mat. Maria del Carmen Ramos Nava

Jefa del Departamento de Visualización y Realidad Virtual,
DGTIC, UNAM.



Sinodal

Mtro. en Arq. Jorge Rangel Davalos

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura.
UNAM.



Sinodal

Mtro. en Arq. Ernesto Ocampo Ruiz

Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura.
UNAM.

DEDICATORIA

A Dios, mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS...

Es muy complejo y difícil, dedicar y agradecer a todas aquellas personas que intervinieron de alguna u otra manera en la elaboración de este trabajo de tesis de investigación de maestría, sobre todo, cuando tienen que ver en la evolución que estos años le han traído a mi vida. Es por ello que a través de estas líneas quiero expresar mi más sincero agradecimiento y admiración a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

Es así, que más que agradecerles les doy el debido reconocimiento por ser quienes son, enseñarme lo mejor de ustedes y por lo que cada uno, ha influido en mí y en lo que actualmente soy.

En primer lugar, deseo expresar mi agradecimiento a mi tutor y director de esta tesis de maestría, Dr. Carlos A. Bigurra Alzati por la dedicación y apoyo que ha brindado a este trabajo, por el respeto a mis sugerencias e ideas, por la dirección y el rigor que ha facilitado a las mismas, y por las valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final.

Agradezco a mis cotutoras de tesis, al Mtro. Enrique Ocampo y el Mtro. Jorge Rangel, por todo el conocimiento transmitido en estos años, así como por el apoyo y ayuda otorgada en la elaboración de la parte experimental de esta tesis y el sustento científico del proyecto, sin su ayuda y guía esto no se realizaría. Grandes personas, grandes científicos, un privilegio trabajar con ustedes.

Agradezco a los miembros del jurado, la Dra. Genevieve Lucet y a la Mtra. Ma. del Carmen Ramos, por las valiosas contribuciones que hicieron al trabajo final y por el tiempo que dedicaron para revisarlo, aún a pesar de tantas actividades que los ocupan.

Especial mención merece la persona cuya colaboración ha sido importante en el desarrollo de este trabajo, a mi estimado amigo el Arquitecto Hugo Hernández Hernández, por su orientación y atención a mis consultas sobre metodología.



AGRADECIMIENTOS...

Un trabajo de investigación es también fruto del reconocimiento y del apoyo vital que nos ofrecen las personas que nos estiman, sin el cual no tendríamos la fuerza y energía que nos anima a crecer como personas y como profesionales.

Es por ello que parte de este trabajo también se lo debo a mis padres, quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a una hija, amor. Quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida, que me han formado y educado. A quienes siempre me han motivado a convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca podré pagar con las riquezas más grandes del mundo.

A mis hermanos, Efraín y Edith, a quienes amo con toda el alma, y agradezco sean parte de mi familia, gracias por su paciencia, comprensión y solaridad con este proyecto.

Al Programa de Maestría y Doctorado en Arquitectura de la UNAM, por darme la oportunidad de generar nuevos temas que les compiten a tecnologías en materiales aplicados a la construcción y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por la ayuda económica brindada.

A mi amada UNAM, quien me otorgó el privilegio de estudiar, emplear su infraestructura para aprender y ser una mejor profesionista.

Finalmente, a todos mis amigos que por falta de espacio no mencioné, compañeros de clase, profesores, colegas, que siempre me han prestado un gran apoyo moral y humano, necesarios en los momentos difíciles de este trabajo y esta profesión.

A todos...

¡MUCHAS GRACIAS!

ÍNDICE

01

02

03

04

05

Introducción

Capítulo 1. Planteamiento de la Investigación

Antecedentes.
Planteamiento del Problema.
Hipotesis.
Justificación.
Metodología de Estudio
Objetivos
Organización de la tesis

Capítulo 2. Marco Teórico.

¿Cómo surge la metodología BIM?
¿Que es la metodología BIM?
¿Que es una aplicación BIM?
¿Cuál es el flujo de trabajo BIM?

Capítulo 3. Marco Metodológico.

Relación entre herramientas BIM estándar y requerimientos específicos del usuario.
Innovación por el usuario en la construcción y el diseño digital
Softwares BIM en la programación visual.

Capítulo 4. Procedimiento Experimental

A. Enfoque Teórico
Análisis de las NTC.
Procesamiento de la información en formato IFC.
Sistema de codificación.
B. Enfoque Práctico
Etapa 1.- Calidad y estandarización del modelo BIM
Etapa 2.- Construcción Virtual de la NTC
Etapa 3.- Diseño Detallado

Capítulo 5 Análisis de Resultados.

Conclusiones
Recomendaciones
Glosario de terminos.
Bibliografía.



INTRODUCCIÓN

Introducción

La digitalización es la adopción o el incremento del uso de la tecnología digital o informática por parte de una entidad, como una organización, un sector industrial o un país. La introducción de la metodología BIM representa un impulso del sector de la construcción hacia su digitalización. No cabe duda de que un mayor uso de la tecnología, los procesos digitales, la automatización y la mayor cualificación de los trabajadores contribuyen de manera muy significativa a nuestro futuro económico, social y medioambiental. El sector de la construcción reviste una importancia estratégica para las economías en términos de producción y creación de empleo, pero también porque es el responsable de la ejecución y el mantenimiento del entorno construido.

En la industria de la construcción, la incompatibilidad entre sistemas generalmente impide que los miembros del equipo de proyecto puedan intercambiar la información de manera precisa y rápida; este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto como pueden ser el aumento de costes y plazos.

La adopción de una metodología BIM y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos.

Las herramientas BIM (Building Information Modeling) se definen como el proceso de generación y gestión de datos en un proyecto de construcción durante todo su ciclo de vida. Su forma de trabajo es construir modelos en plataformas tridimensionales en distintos softwares de modelamiento dinámico del proyecto que aumentan la productividad en el diseño y construcción. BIM proporciona una base para la gestión y conducción de proyectos, cuyo aspecto más interesante a largo plazo es la extracción y análisis de la información contenida en un modelo

inteligente (Reddy, 2012)¹, lo cual permite la identificación, manejo e intercambio de la información con mayor eficacia², pudiendo transferir la información sin pérdida o duplicación, ya que la información en el modelo es consistente.

Esta forma de trabajo ha cambiado considerablemente paradigmas³ en la concepción de proyectos arquitectónicos en los sectores de la construcción AEC/O (Architecture Engineering and Construction / Operations (Underwood & Isikdag, 2010)⁴ debido a la gran cantidad de información insertada en una simulación de la realidad, haciendo que el proceso en el que se desarrolla- materializa el proyecto arquitectónico de manera tradicional quede obsoleto.

Estas tecnologías están siendo adoptadas en diversos países, por profesionales de diferentes disciplinas, para desarrollar un amplio rango de tipos de proyectos. Es decir, las herramientas BIM están siendo aplicadas en diversos contextos de uso, dado que son usadas por una población con características diferentes “en un rango de entornos técnicos, físicos y sociales u organizacionales que puede afectar su uso”. (Maguire, 2001)⁵.

Debido a estos dos factores: la complejidad de la información que se puede introducir en un modelo BIM y los diversos contextos de uso donde se está utilizando, los requerimientos de sus usuarios se vuelven cada vez más heterogéneos, dificultando el desarrollo de herramientas que puedan satisfacerlos todos. En cambio, las herramientas son desarrolladas para satisfacer las necesidades más estándares y genéricas de la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción.

¹ Reddy, K. (2012). *BIM for building owners and developers: making a business case for using BIM on projects*. EEUU: John Wiley & Sons.

² Los autores Smith y Tardif hacen una analogía a la identificación y manejo de la información comparando el buscar un insumo debidamente ubicado contra otro de cual no se cuenta con información de localización, concluyendo que es más económico para el que no lo tiene identificado adquirirlo de nuevo, que invertir recursos en encontrarlo.

³ Thomas Kuhn definió los paradigmas como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica. En cada momento, la investigación científica, la cual lo legitima porque da respuesta a problemas que otros paradigmas vigentes hasta ese momento no lo hacían.

⁴ J. Underwood, and U. Isikdag (2010). *Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics*. UK, and Turkey: Concepts and Technologies.

⁵ M. Maguire, (2001). *Context of use within Usability Activities*. *International Journal of Human- Computer Studies*. International Journal of Human: 55-4.



La necesidad de salvar la brecha entre herramientas BIM estándares y necesidades específicas de los usuarios genera oportunidades para la innovación. Siguiendo lo descrito, los usuarios de estas herramientas están innovando y desarrollando nuevos procesos, plug-ins y componentes digitales para adaptar las herramientas a sus requerimientos, generando una relación dialéctica entre tecnologías estándar y requerimientos específicos de los usuarios. Estas innovaciones bottom-up tienen el potencial para prevenir la excesiva estandarización formal que puede resultar del uso de herramientas genéricas.

La industria de la construcción juega un papel importante en la economía global y en la vida cotidiana, por ese motivo constantemente se buscan y exigen procedimientos que garanticen la calidad, seguridad, sostenibilidad y responsabilidad de las construcciones. De ahí la importancia de que el arquitecto conozca, domine y aplique la reglamentación y normatividad para el desarrollo de sus proyectos, es incuestionable; debido a que, con este marco normativo, se asegura que la funcionalidad, seguridad y estabilidad del edificio será el apropiado para cada espacio arquitectónico (Erosa, 2012)⁶

Por lo tanto, con el fin de mejorar las practicas constructivas utilizando tecnologías que se adapten a sus necesidades, se pretende controlar y regularizar el compromiso del cumplimiento de las normas de construcción de la ciudad de México.

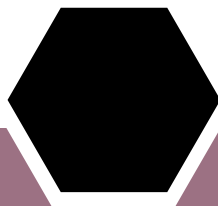
Es así, que en la presente investigación se busca evidenciar y valorar el impacto de incorporar la verificación de normas de construcción de la ciudad de México en la metodología BIM (Building Information Modeling) como un instrumento de gran eficiencia y eficacia para controlar el cumplimiento de las normas de construcción en proyectos arquitectónicos, con lo cual contribuya a la integración del diseño, la construcción y a la utilización de la tecnología BIM a nivel local.

⁶ Erosa, E. (2012). *Introducción a la teoría de la arquitectura*. Estado de MEXico: Red Tercer Milenio S.C.

C A P Í T U L O

1

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN



*Todo es diseño, y la calidad del diseño afecta la calidad de nuestras vidas.”
Norman Foster.*

Capítulo 1

Planteamiento de la Investigación.

Antecedentes

Una de las actividades que más valor tiene para mejorar la calidad de vida del ser humano es aquella que tiene que ver con la construcción. Incluyendo a numerosas áreas de trabajo, la construcción es valiosa para el ser humano ya que le permite crear y desarrollar espacios artificiales en los que llevar a cabo diferentes actividades tales como residencia, educación, salud, entretenimiento, ocio y otras más.

La construcción se vuelve así una actividad muy importante en la economía del país tanto por la inversión de capitales que requiere como por la cantidad de empleo que puede generar en todos sus niveles. Desde arquitectos, ingenieros, especialistas, diseñadores, urbanistas hasta obreros de todos los oficios y empresas inversoras, la construcción entonces es una buena manera que tienen hoy en día muchos Estados para activar la economía, asegurar niveles aceptables de empleo y modernizar los espacios que el ser humano habita día a día, cumpliendo con estándares de confort y seguridad.

Con lo anterior, existen códigos de edificación, los cuales contienen un conjunto de normativas de un estado, país o ente supranacional que regulan los mínimos de seguridad y calidad para la construcción de edificios en general o cualquier estructura artificial, inclusive especialmente las viviendas.

Los códigos de edificación se dividen en función de su objetivo: regular la seguridad estructural, regular el confort y bienestar de los usuarios (aislamiento acústico, calefacción) y regular los requisitos mínimos de seguridad que debe disponer una construcción (salidas de emergencia, anchos de pasillos, seguridad ante incendio o terremotos). Estos códigos de edificación se redactan con la intención de que sean aplicados por arquitectos e ingenieros .

El reglamento de construcciones para el distrito federal (15 de diciembre de 2017) cuenta con normas técnicas de construcción actualizadas que permiten hacer diseños arquitectónicos acordes a las exigencias que se plantean en los nuevos tiempos. En ese sentido, las edificaciones de la ciudad, de seguir la obligación de las normas, están en condiciones de certificar los espacios como óptimos y de confort para el usuario.

Síntesis Diagnóstico del Sector de Construcción

A partir de que los edificios se han vuelto más complejos, se tornan evidentes múltiples errores; como cristales que se caen de las fachadas; áreas que en verano son un horno y en invierno una nevera, y enormes espacios que no tienen un uso definido, o que son mal diseñados por arquitectos que tienen más denuncias que premios.

La crisis inmobiliaria ha revelado fallas monumentales, que son una prueba de la corrupción e irresponsabilidad de autoridades que alentaron la codicia e incompetencia, así como de arquitectos que diseñaron con más rapidez que talento. En una profesión que requiere muchos participantes, pocos edificios se libran de errores que muestran la importancia funcional de la arquitectura.

La “justificación” de que la arquitectura es una actividad artística es cada vez más absurda y menos creíble, sobre todo por los que pagan o sufren diariamente por sus descuidos. Aunque algunos se toman en serio que una obra artística no tiene utilidad, la mayoría espera y exige que un edificio sea seguro y útil. De la belleza mejor no hablamos, ante la fealdad de la mayoría de los edificios que tienen un culpable que los diseñó o construyó.

La acumulación de esos errores ha provocado —en muy poco tiempo— una reacción para prevenirlos y evitarlos. Las diversas certificaciones internacionales, para evaluar el funcionamiento de los edificios, han provocado que se exija cada vez más que cumplan con normas que reportan mejores diseños y ahorros en el mantenimiento de los edificios.

De acuerdo con Cabrera (2013)⁷ existe un gran porcentaje de construcciones que no cumple con los requisitos mínimos de diseño, anchos de pasillos, salidas de emergencia, espacios sin ventilación e iluminación natural, esto generalmente, se debe a la falta de personal calificado en las fases que comprende la ejecución del proyecto.

⁷ Cabrera, F. M. (2013). *Observancia del Reglamento de construcciones en las edificaciones nuevas del Distrito Federal*. México D.F: Programa de Maestría y Doctorado de Ingeniería; UNAM.

Un claro ejemplo de estos errores son los edificios que no tenían ni un año de haber sido construidos y que se desplomaron en la Delegación Benito Juárez o en Tlalpan en la Ciudad de México con el reciente terremoto de 8.1 grados en la escala Richter el pasado martes 19 de septiembre, en donde hasta ahora se han perdido 337 vidas, tomando en cuenta estados aledaños afectados como Puebla, Morelos y Oaxaca.

De lo anterior, la experiencia adquirida con los daños causados por los sismos y las investigaciones desarrolladas han obligado a aumentar las exigencias de las normas de construcción con el objetivo de estandarizar las metodologías y procedimientos, de modo que todos los usuarios de los productos de las normas dispongan de una garantía para que puedan ser usados en forma confiable.

Así mismo, es importante comprender la filosofía básica del Reglamento de Construcciones. El propósito de este es prevenir daños a personas, no reducir el daño en los edificios. Por lo tanto, la finalidad de sus especificaciones está en la prevención del colapso estructural. En un gran terremoto, un edificio puede sufrir daños estructurales y no estructurales considerables, pero mientras el edificio no colapse, se habrá cumplido con el propósito del reglamento. Partiendo de esta filosofía, la infraestructura mexicana sí puede resistir un sismo sin rebasar los índices de seguridad tratados en la norma, siempre y cuando se aplique bien el reglamento para la construcción de edificaciones.

Sin embargo, el problema con el incremento de construcción de edificios de mediana y gran altura en la Ciudad de México, surge la inquietud sobre el cumplimiento de la legislación y normativas de construcción vigentes. Investigadores reconocidos como Luis Esteba Maraboto, Roberto Meli Piralla (Revista IC núm. 479, marzo de 2009), Carlos Javier Mendoza Escobedo, entre otros, opinan que en la ciudad se ignora casi sistemáticamente la legislación sobre las normas de construcción sismorresistente que deben cumplir los edificios. Tales edificaciones podrían estar en un nivel de riesgo, ya que los movimientos telúricos son tan variables que no se puede predecir.

Planteamiento del problema

El problema recae en las construcciones que obvian las normas de construcción. En efecto, si el reglamento es violado sistemáticamente, no basta con tener una buena norma para asegurar que los edificios cumplan con la funcionalidad que los origino, de acuerdo con la filosofía de diseño enunciada.

Cabrera (2013)⁷ de la Universidad Nacional Autónoma de México en su tesis titulada “Observancia del Reglamento de construcciones en las edificaciones nuevas del Distrito Federal”; documentó la importancia de los profesionales involucrados durante el ciclo de vida del proyecto. En esta investigación se destaca la actividad del DRO y de las autoridades delegacionales que, no toman con seriedad el hacer el trabajo completo, observando que la información entregada a la administración se autoriza incompleta, es decir, sin proyecto ejecutivo terminado.

Una observación muy importante que resalta esta investigación es que, del porcentaje de muestra analizado (veinte edificios) en todas, figura el DRO⁸. Si con la intervención de este profesional para las obras importantes existe problemas con la observancia, entonces qué pasa con aquellas obras donde el RCDF (por sus siglas, Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal) establece que para obras públicas no se requiere la intervención del DRO y ni siquiera se requiere obtener una licencia de construcción.

En segundo lugar, se destaca la relación del DRO con la reglamentación vigente y con las personas físicas y morales involucradas en el sector de la construcción. Estos últimos son el propietario, el proyectista, el calculista, el contratista y el supervisor. Cada uno de ellos deben cumplir con los ordenamientos legales según le correspondan: el proyectista debe cumplir con la normatividad vigente en la elaboración de un proyecto ejecutivo, el calculista tiene como responsabilidad de la seguridad estructural, el contratista con la responsabilidad de ejecutar bien el trabajo y cumplir todo el proceso constructivo con todos los conceptos que llevaron al proyectista a proponer el proyecto, y el supervisor, responsable de vigilar que se apliquen todos los lineamientos del proyecto ejecutivo.

⁷ Cabrera, F. M. (2013). *Observancia del Reglamento de construcciones en las edificaciones nuevas del Distrito Federal*. México D.F.: Programa de Maestría y Doctorado de Ingeniería; UNAM.

⁸ Un DRO es un profesional independiente certificado, auxiliar de la administración pública, quien es el principal responsable de que se sigan las normas técnicas durante una construcción.



Desafortunadamente, el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal le asigna al DRO todas las responsabilidades consiguientes y la coordinación de este sistema básico para obtener la seguridad estructural en las construcciones. Entonces, por definición, el DRO es el coordinador general, el encargado del cumplimiento de la normatividad vigente, revisa que se cumplan los requisitos y el ordenamiento de los cumplimientos legales y técnicos de la obra.

Todo esto resulta una carga muy pesada para el DRO, que lamentablemente no cuenta con capacidad jurídica para sancionar aquellos que infringen la ley; peor aún, la autoridad puede sancionarlo por la responsabilidad de otros que no cumplieron (p.e. el calculista cuando no toma en cuenta las consideraciones establecidas en las normas, el contratista cuando no ejecuta bien el trabajo, etc.).

Por los bajos honorarios que recibe este profesional, “auxiliar de la administración”, algunos no participan en toda la obra. En algunos casos puede presentarse el cobro por tan sólo la firma de documentos y trámites. (Cabrera, 2013)⁹ En general, las causas que han originado la actual discusión sobre la observancia de la normatividad se debe a la impunidad, la negligencia, el desconocimiento de las responsabilidades, la capacitación y actualización continua de los profesionales, en los detalles de los procedimientos legales y de construcción, entre otros.

Entonces, la cuestión que se plantea es: ¿Se podrá solucionar esta problemática al incorporar una verificación automática en los softwares que hoy en día ocupa el Arquitecto? ¿Se podrá ocupar la infraestructura digital para dar solución a una problemática que están aceptando tanto los profesionales como las autoridades y la sociedad?

Hipótesis

La aplicación de una herramienta digital mediante modelos parametrizados de información (BIM), la cual obligue al cumplimiento de la normativa, estandarizará el diseño arquitectónico mediante la reducción de errores técnicos en proyectos ejecutivos.

⁹ Cabrera, F. M. (2013). *Observancia del Reglamento de construcciones en las edificaciones nuevas del Distrito Federal*. México D.F.: Programa de Maestría y Doctorado de Ingeniería; UNAM.

Justificación

Actualmente en el ejercicio profesional del Arquitecto se cuenta con una infraestructura digital que le permite interpretar y analizar la información sistemática y compleja a través de bases de datos con información parametrizada. Esto es gracias a los llamados sistemas dinámicos, como es el caso de su aplicación en la metodología BIM, los cuales ofrecen una filosofía que visualiza al mundo en términos de procesos dinámicos y sus resultados.

El BIM está relacionado con el pensamiento sistémico, y comúnmente al pensamiento sistémico trata de resolver los conflictos que ocasionan los sistemas defectuosos. Es decir, esta herramienta plantea soluciones a las problemáticas del “todo arquitectónico” en diferentes escalas y en diferentes significados. Por un lado, el rezago intelectual y deficiencia del sujeto en el ejercicio profesional contemporáneo, y por otro la falta de competencia en el ejercicio profesional a nivel internacional.

La importancia de esta investigación se finca en la evaluación y factibilidad de incorporar la verificación de normas de construcción de la ciudad de México en la metodología BIM, podría generar un impacto positivo en su incorporación al ejercicio profesional, haciendo hincapié del importante rol que debe jugar el gobierno para una verdadera implementación y construcción de la sociedad del conocimiento.

De esta manera la verificación de normas de construcción de la ciudad de México en la metodología BIM toma interés cuando el ingeniero, arquitecto o constructor entiende, analiza y comprende el funcionamiento, comportamiento, e integridad de las normas de construcción.

Metodología de estudio.

Para el desarrollo de esta investigación, se realizará en dos fases. En la primera se incluye el procedimiento para la selección de la Norma Técnica Complementaria para las Construcciones, una inspección preliminar de la norma y su estructura, así como el análisis de la información. En la segunda parte, se realizan los scripts de integración con la información clasificada. Esta construcción virtual será con la plataforma de DYNAMO la cual presenta una relación de archivos IFC que maneja la programación del modelado BIM.



Objetivos

Objetivo General.

Evidenciar y valorar el impacto de incorporar la verificación de normas de construcción de la ciudad de México en la metodología BIM (Building Information Modeling).

Objetivos Específicos.

- Analizar métodos aplicados al desarrollo de diseños técnicos de proyectos de construcción planteados por diferentes organizaciones, empresas y en trabajos de investigación a fin de establecer lineamientos encaminados a validar la información del proyecto.
- Desarrollar una herramienta digital para la verificación de la normativa en procesos de diseño encaminada a la aplicación de herramientas de modelado 3D que relacione los componentes técnicos, normativa y sistemas constructivos que faciliten la gestión en la coordinación y realización de una edificación.
- Implementar la metodología en un proyecto de construcción real estimando su efectividad en tiempo y recursos en comparación con procedimientos que se llevan a cabo en la actualidad.

Organización de la tesis.

Se consideran los siguientes capítulos:

En el **Capítulo 1** se establecen las generalidades sobre la tesis.

En el **Capítulo 2**. El objetivo de este capítulo es dar a conocer la información encontrada en la revisión literaria acerca del concepto BIM (Modelado de Información de la Construcción). se describe en detalle que es BIM y como esta forma de trabajo ha mejorado los procesos de construcción, desplazando los métodos de trabajo tradiciones. Se hace una breve semblanza de la diferencia entre los métodos tradicionales CAD y la metodología BIM. La situación del BIM en el mundo, los avances que se han generado y los avances que se esperan generar en el futuro BIM. Además, se presenta el flujo de trabajo de los softwares BIM, destacando la importancia de los archivos IFC. Esto permitirá generar el marco conceptual del cual se desplanta esta investigación.

En el **Capítulo 3**. Se interpreta el marco tecnológico Metodológico BIM, el cual permitirá situar correctamente esta investigación. Se describirá La relación entre las herramientas BIM estándares y requerimientos específicos de los usuarios, así como el papel que juegan estos últimos en la innovación de herramientas que puedan satisfacer las necesidades específicas. Se realiza un breve análisis de los principales programas BIM disponibles con especial énfasis en el modelado y programación – evaluación de información modelada.

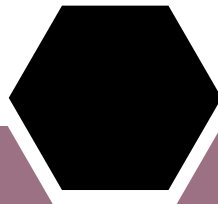
Finalmente, en el **Capítulo 4** se presenta un ejemplo de aplicación real de la metodología propuesta.



C A P Í T U L O

2

MARCO TEÓRICO



BIM más que una particular aplicación de software, es un cambio de mentalidad”

A. ENFOQUE TEÓRICO

¿Qué es la metodología BIM para la Arquitectura?

BIM es una forma de trabajo de la cual se dice mucho, pero se entiende poco. Lo anterior nos lleva a la existencia de una problemática al momento de entender la metodología BIM, principalmente porque hay gran confusión en diferentes niveles.

Estas confusiones radican al delimitar los campos del conocimiento que puede abarcar todo el concepto de BIM. Y, por ende, el alcance de dicho concepto; es decir ¿qué se puede hacer? O ¿qué no se puede hacer?, ¿cuándo hablamos de metodología BIM? o ¿Cuándo hablamos de software BIM?

Se requiere prestar atención a los marcos conceptuales, así como entender los problemas del método tradicional y principalmente comprender por qué se ha vuelto necesario y obligatorio implementar esta nueva metodología de procesos dentro del ciclo de vida de las construcciones, y para ello es primordial el contexto que origino esta tecnología.

¿Como surge la metodología BIM?

Anteriormente, las herramientas de CAD se habían implantado de forma generalizada en todos los despachos y escuelas de arquitectura. No obstante, el nivel tecnológico del uso de estas aplicaciones había sido, en general, bastante bajo. Las razones son múltiples y van desde la falta de formación hasta los prejuicios que todavía ahora muchos profesionales del sector tienen hacia estas herramientas (Muriel and Reyes, 2015)¹⁰. Sea como sea, el 90% del software de CAD que se emplea se usa para tareas de delineación que se llevan a término con procedimientos que se asemejan mucho a los de las antiguas técnicas manuales.

A pesar de haber sustituido el papel por la pantalla, el diseño arquitectónico tradicional sigue dependiendo de representaciones literales de modelos independientes. Un modelo es una simulación de una idea o comportamiento que se crea para su estudio.

¹⁰ Prieto Muriel, A. Reyes Rodríguez (2015) *BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción*. Spanish Journal of BIM nº 15-02.

Los arquitectos trabajan los modelos mediante sus representaciones bidimensionales, tridimensionales o alfanuméricas, físicas o digitales, de los aspectos que quiere estudiar o simular. Tan pronto como necesite. El problema es que como que estas representaciones no están necesariamente conectadas entre sí (una planta y un alzado pueden ser perfectamente incoherentes si se pone expresa atención), cada representación se refiere a un modelo independiente. Paradójicamente, a pesar de que un edificio es una entidad unitaria y global, debe estudiarse a partir de multitud de modelos diferentes que sólo tienen en común aquello que el arquitecto haya podido establecer.

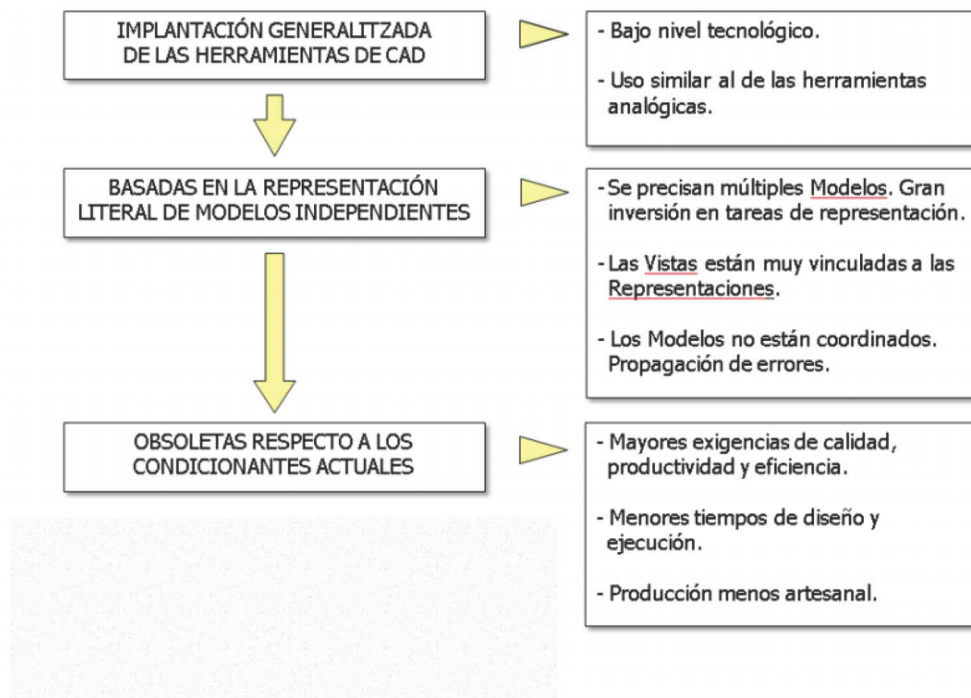


Figura No. 1.- Esquema que representa el contexto actual de las herramientas CAD.

Esta tecnología basada en la representación, aparte de consumir enormes cantidades de tiempo, es muy dada a la propagación de errores en el diseño, los cuales acaban apareciendo en la fase de producción obra a expensas del promotor, el contratista o el arquitecto.



No obstante, hasta hace algunos años, los arquitectos han tenido que aceptar sin más estas dificultades porque no disponían de otra alternativa para el estudio y desarrollo de sus edificios que la construcción de infinitud de modelos representados en forma de plantas, econométricas, maquetas de madera, o tablas de mediciones. Además, estas representaciones son literales, ya que sólo contienen la información aparente, con los que los modelos a los que se refieren también lo son. Así, una planta evoca un modelo que solo contiene información sobre los cerramientos y mobiliario del edificio en ese nivel concreto, pero no sobre los materiales usados o sobre los usos de cada habitación (a no ser que esta información esté literalmente grafiada en el dibujo). Por otra parte, como cualquier representación, la restitución del modelo en la mente del lector está condicionada a su interpretación, ya que no se dispone de más información que la aparente.

Así podríamos haber seguido si no fuera porque el resto de sectores de la producción industrial hace años que han abandonado esta tecnología en beneficio de una basada en el diseño en base a objetos paramétricos. Esto les permitió trabajar con Modelos de Información que, como veremos más adelante, resultan mucho más eficientes de cara al diseño en todas sus fases, desde la concepción del producto hasta su producción en serie.

A pesar de las grandes diferencias que todavía hay entre la producción industrial y la arquitectónica, esta evolución ha hecho que, poco a poco, las exigencias de productividad y de calidad propias de estos sectores vayan cuajando en el sector de la arquitectura. Así, la parte técnica y normativa de un proyecto arquitectónico crece cada vez más, superando con creces la parte destinada a explicar aspectos formales o funcionales. Por otra parte, los tiempos de elaboración de los proyectos cada vez es menor, así como la exigencia de fiabilidad de la documentación resultante y el grado de prefabricación de los componentes que integran un edificio.

Por esto, hace tiempo que se desarrollan metodologías de trabajo y aplicaciones que van en la dirección de emplear modelos coordinados entre sí de tal manera que los errores y las tareas redundantes disminuyan. Dando lugar a un nuevo lenguaje arquitectónico que abandona la estructura mecanicista del movimiento moderno, que gobernó gran parte de la arquitectura del siglo XX (Fraile, 2014)¹¹.

¹¹ Fraile, A. M. (2014). *De La Arquitectura Paramétrica A La Morfogénesis Sustentable*. Universidad de Buenos Aires: Proyecto UBACyT 05-6.



Charles M. Eastman publicó en los 70's numerosos artículos académicos y libros como "The use of Computers instead of Drawings In Building Design" donde describía su concepto de Building Description Sytem¹². El aumento exponencial sobre la oferta y demanda tecnológica fue tomando cada vez más fuerza. Un concepto que trata de la interpretación, uso y manipulación de la información no solamente de la información por sí misma; sino de la estructura y clasificación de grandes cantidades de información, como los BSM (Building Management System), sistemas de gestión de los Edificios inteligentes¹³, bases de datos inteligentes, Big Data, Metadatos y la manera en la que la mente asimila y percibe este tipo de información.

Básicamente se han ido incorporando automatismo y capacidades de gestión del conocimiento a las herramientas de representación; a la vez que los sistemas de vinculación de archivos han ido mejorando con el fin de poder aprovechar la misma información para diferentes vistas. Las referencias externas de AutoCAD son un ejemplo de ello, como también lo son las capacidades de importación de datos de cualquier programa de cálculo de estructuras.

También los programas de CAD han ido incorporando la capacidad de incluir información no gráfica a las entidades dibujadas, proceso que ha culminado en las herramientas GIS (también conocido con los acrónimos SIG en español, *Sistema de Información Geográfica*) actuales, pero que también podemos identificar en un simple bloque con atributos de AutoCAD. Todo esto ha facilitado el trabajo de los CAD Managers, pero no ha eliminado el origen del problema.

Pero si se quería llegar más lejos y atajar el problema de la descripción de un proyecto a través de modelos no conectados, era necesario idear una nueva generación de aplicaciones que trabajasen con bases de datos que en vez de con un sinfín de representaciones literales (2D o 3D), contuvieran objetos paramétricos con información multidisciplinar. Estas bases de datos se conocen genéricamente como Modelos de Información y en el caso del modelado de edificios, BIM (Building Information Models).

¹² "...definiendo interactivamente elementos, derivando secciones, planos, vistas isométricas o perspectivas de la misma descripción de elementos. Cualquier cambio o arreglo sería hecho solamente una vez para todos los dibujos. Todos los dibujos derivados de la misma disposición de elementos serían automáticamente consistentes, cualquier tipo de análisis cuantitativo podría ser generado fácilmente, proporcionando una sola base de datos integrada para análisis visuales y cuantitativos..."

¹³ Un edificio inteligente se refiere a construcciones que comúnmente hacen uso de toda clase de tecnologías para hacer más eficiente su uso y control. Estas tecnologías abarcan principalmente cuatro categorías: seguridad, comunicaciones, apoyo logístico y automatización de procesos.

Fue nombrado por la empresa AUTODESK¹⁴, específicamente por el arquitecto Phil Bernstein, vicepresidente de esta empresa, quien hizo mención del término BIM por primera vez en 2002 cuando compró la compañía de Revit Technology Corporation¹⁵. Bajo una nueva forma de entender el proyecto arquitectónico, donde el proceso y la generación formal, en una búsqueda de optimización de las diferentes disciplinas que intervienen en él. De acuerdo con modelos de “performance” a partir de parámetros (capas de información estratificadas y jerarquizadas) capaces de modificarse y relacionarse en el tiempo.

Así pues, la idea es la de generar un modelo único que contenga toda la información del edificio para que, en vez de crear múltiples representaciones-modelo, haya suficiente con uno. De él saldrán representaciones, las cuales en realidad serán diferentes tipos de vistas del modelo central. En la práctica, actualmente se suelen combinar uno o más modelos de Información, que contienen el grueso de la información a coordinar y que, a su vez, se conectan con otros modelos literales muy especializados. En un futuro, se prevé que esta coordinación y centralización sea cada vez más fluida.

Como se verá más adelante, la coordinación entre modelos de información se va mejorando progresivamente a medida que se desarrolla esta tecnología, con el fin de conseguir que ésta sea automática y bidireccional. Para los casos todavía no cubiertos, o para aquellos en los que no se dispone de software adecuado, existen aplicaciones independientes que facilitan la coordinación manual de modelos, sean tridimensionales o no, independientemente de su origen. Esta estrategia alternativa permite, por ejemplo, detectar colisiones entre los conductos de aire acondicionados modelados con una aplicación BIM y las distribuciones levantadas en tres dimensiones con AutoCAD. También hace tiempo que existen aplicaciones pensadas para combinar diferentes tipos de información y coordinarlas.

¹⁴ Compañía dedicada al software de diseño 2D y 3D para las industrias de manufactura, construcción y entretenimiento.

¹⁵ Aunque fue la empresa Graphisoft que lo implemento con el nombre de Virtual Building (edificio virtual) en 1984 en su programa ArchiCAD, reconocido como el primer software CAD para computadora personal capaz de crear tanto dibujos 2D como 3D.

¿Que es la metodología BIM?

Mundialmente, BIM es la más completa y eficiente¹⁶ metodología que permite realizar un proyecto de construcción, la cual no sólo se integra a cada fase del ciclo de vida del proyecto¹⁷ sino que amplía la visión en el control y monitoreo durante la operación o vida útil del inmueble; lo anterior, genera mayor valor agregado en el ejercicio profesional entre ellos, el del arquitecto.

Es el acrónimo de Building Information Modeling (modelado de la información para la construcción) y 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.



Figura No 2.- Representación del conjunto de Metodologías y herramientas caracterizado por el uso de Información.

Conseguir que la información esté coordinada es esencial para que el desarrollo del proyecto pueda llevarse a término por parte de múltiples usuarios, aunque se ocupen de disciplinas diferentes. Así, dos arquitectos podrán trabajar en el mismo proyecto con la seguridad de que la información que uno actualice estará disponible automáticamente para el segundo. Esto es bastante

¹⁶

¹⁷ De acuerdo con Project Management Institute, *Ibidem*; define que el ciclo de vida del proyecto se refiere a las distintas fases del proyecto desde su inicio a su fin.



fácil de conseguir con las aplicaciones de CAD convencionales, si se emplean los procedimientos adecuados y hay pocos usuarios, pero empieza a ser complicado en proyectos grandes dónde intervienen muchos modelos y diseñadores. La abundancia de archivos hace complicada su administración si no se dispone de la ayuda de un software específico que nos asista. Pero todavía resulta más complicada la colaboración entre arquitectos e ingenieros. Cada uno trabaja con archivos e información diferentes y su actualización por parte de las dos partes suele hacerse manualmente, lo cual es fuente de errores y de pérdidas de tiempos considerables. Un sistema basado en modelos BIM establece procedimientos dónde estas operaciones se hacen de manera automatizada (Eadie et al. 2013)¹⁷

También se debe invertir mucho tiempo en asegurar que los diversos modelos con los que se trabaja sean coherentes entre sí, puesto que todos ellos deberán ser perfectamente compatibles con el edificio una vez se construya. No sólo se trata de que las fachadas encajen con las distribuciones, sino que las instalaciones puedan pasar por los lugares adecuados o cualquier otra relación entre los sistemas que lo componen. En este sentido, no ayudan demasiado las aplicaciones habituales, puesto que sólo permiten trabajar con modelos que no se relacionan entre ellos ni son capaces de detectar interferencias entre diferentes sistemas (cerramientos, mobiliario, instalaciones, etc.). Este problema se puede superar parcialmente con el uso de modelos tridimensionales, pero con ellos sólo puede cubrir una parte pequeña del problema puesto que resultan muy poco adecuados para estudiar determinados temas y además, resultan bastante complejos y tediosos de construir manualmente.

La solución está en emplear tecnología de objetos para poder reducir el número de modelos y además, poder relacionarlos automáticamente. Esto es el que hacen las aplicaciones BIM. Los objetos no son representaciones, sino entidades definidas según sus características que después se generan y muestran a través de todo tipo de vistas especializadas (como plantas, secciones o axonometrías). Por otra parte, para que su modelado resulte controlable y rápido, estos componentes se definen como objetos paramétricos cuyas características y comportamientos vienen más o menos preestablecidos. Así, el diseñador ya no representa elementos arquitectónicos, sino que los diseña según sus especificaciones, siguiendo patrones más o menos flexibles, dependiendo de las prestaciones del software y de sus propias habilidades.

¹⁷ Eadie, R. B., Mike Brown, Henry Odeyinka, Sean McNiff (2013) *BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis*. UK: Automation in Construction.

El otro aspecto importante de esta tecnología es la capacidad de cuantificar eficazmente los parámetros no formales de un edificio. Estamos hablando de mediciones, pero también de otras cualidades computables como, por ejemplo, volúmenes de aire, recorridos de evacuación, consumo energético, etc. En realidad, todo esto representa información contenida en modelos específicos que es posible unificar en mayor o menor grado con el fin de conseguir las prestaciones de coordinación y coherencia anteriormente comentadas. La clave está en comprender que el diseño no se refiere sólo a criterios formales, sino también a otras variables que no son tratables desde el punto de vista de las herramientas de representación tradicionales.

En BIM cada componente del proyecto, contiene información valiosa para cubrir las necesidades exigidas, esa información no solamente es gráfica, como ocurre en CAD, si no que puede estar relacionada con el uso, la instalación, y el ciclo de vida del producto. Ello permite trasladar esa información a otros softwares que analicen el modelo para obtener resultados estructurales, de presupuesto o de eficiencia energética, de forma que también se puedan ir eligiendo los productos en función de sus resultados en el análisis. Para esta última parte es necesaria la implicación de los fabricantes, proporcionando las especificaciones requeridas vía su página o web, o de forma más sencilla para el proyectista, ofreciendo sus productos en formato BIM, en resumen, podemos decir que BIM = CAD + especificaciones (Weygant, 2011)¹⁸.

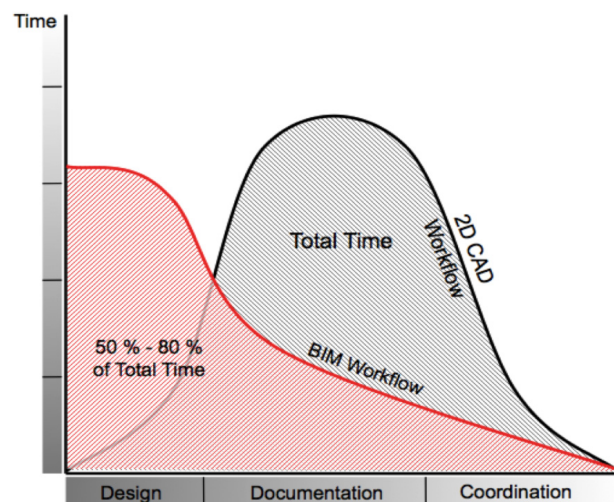


Figura No 3- Comparación del flujo de trabajo CAD vs BIM. ¹⁹

¹⁸ Weygant, Robert S. (2011) *BIM Content Development: standards, strategies, and best practices*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

¹⁹ Graphisoft. (2011) *Acerca de BIM*. (www) Disponible en: https://www.graphisoft.es/archicad/open_bim/about_bim/



Finalmente, la tecnología BIM tiene presente la idea que un edificio se debe poder estudiar durante todo su ciclo de vida. Esto incluye la fase de diseño, la de producción y también la de explotación. Así, sus futuros usuarios podrán acceder a información que les será útil para, por ejemplo, planificar el mantenimiento del edificio o para realizar la reparación de una instalación concreta. A continuación, se ampliará esta definición explicándola desde sus tres principales prestaciones: el trabajo multidisciplinar y multiusuario, la tecnología paramétrica y el entorno multivista.

BIM Multidisciplinario

A nivel teórico, el proyecto arquitectónico se representa mediante un Modelo de Información que cubre todos los aspectos posibles, los cuales quedan reflejados en vistas especializadas. En la práctica, actualmente los modelos BIM más completos sólo pueden acoger las disciplinas principales de la arquitectura: Arquitectura, Estructura, Instalaciones, Control de costes, Presentación y Diseño Energético. Para el resto de los casos, se trabaja con conexiones con aplicaciones especializadas que admiten exportaciones del BIM (Weygant, 2011)²⁰. El número de este tipo de aplicaciones conectables aumenta cada año llegando a áreas como la gestión de residuos o la planificación de la obra.

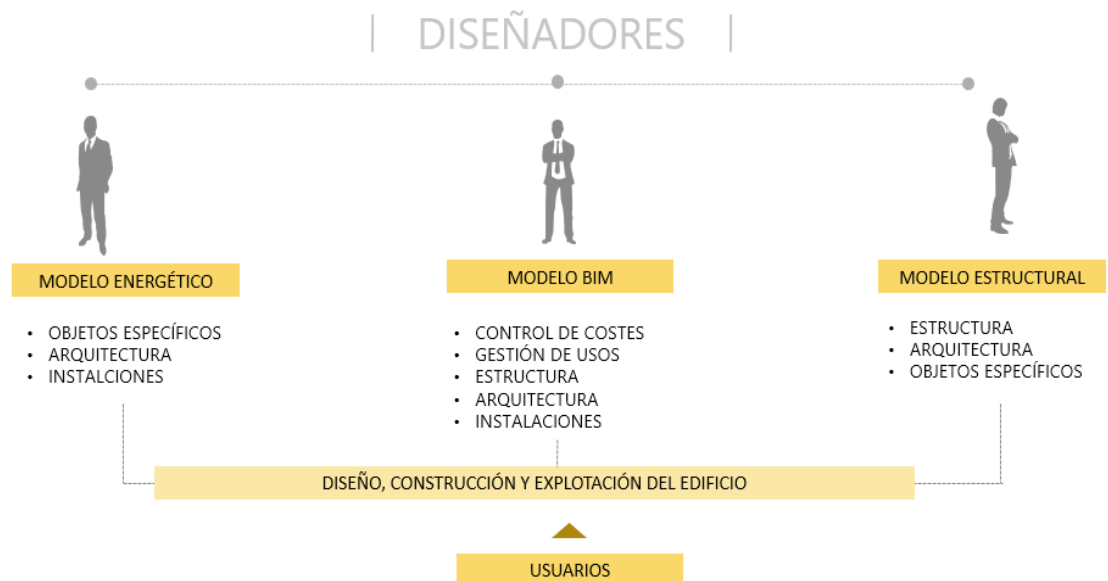


Figura No 4- Esquema de la relación de aplicación BIM y sus usuarios.

²⁰ Weygant, Robert S. (2011) *BIM Content Development: standards, strategies, and best practices*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.

El gráfico anterior explica cómo se relaciona una aplicación BIM muy completa y su modelo con aplicaciones conectables. Los objetos que es capaz de manejar la aplicación contienen diversa clase de información, parte de ella es de especial interés para el arquitecto, pero otra lo puede ser para otras profesionales. Dependiendo del grado de apoyo multidisciplinar de la aplicación BIM en concreto, los distintos perfiles profesionales podrán trabajar en mayor o menor grado directamente sobre el mismo modelo BIM, consiguiendo más eficacia. Aquellos aspectos más específicos se desarrollarán en aplicaciones concretas que podrán aprovechar la parte de la información del modelo BIM que los interese. Si la comunicación entre las aplicaciones es bidireccional, podrá devolver la información al modelo BIM para que pueda ser usada por otras disciplinas.

Por ejemplo, el programa de cálculo estructural puede partir de la estructura y los cerramientos modelados con una aplicación BIM especializada en Arquitectura, y también puede devolver parte del resultado de su cálculo (dimensionado de la estructura, por ejemplo) al modelo BIM para que los arquitectos lo tengan en cuenta. Podríamos decir que el Modelo de Información hace de coordinador entre los diversos profesionales que intervienen en la creación de los edificios, ya sea alojando directamente sus objetos u ofreciendo vías de comunicación controladas. Tampoco no hay que olvidar a los usuarios finales del edificio, los cuales se beneficiarán de poder disponer de información fiable acerca del inmueble que explotarán.

BIM Paramétrico.

El Modelo de Información que gestiona una aplicación BIM está compuesto por una serie de objetos que se diseñan según las características esenciales que los definen, es decir, se parametrizan (Monfort, 2015)²¹. Esto se hace mediante una interface que los conceptualiza y que asiste su creación con multitud de parámetros preestablecidos en relación a la naturaleza del elemento que se quiere crear. Un muro, por ejemplo, puede escribirse por los siguientes valores: número de capas, grueso de cada una, altura, materiales, recorrido, etc. Después, necesitaremos de una interface gráfica que permita editarlo dinámicamente mediante pinzamientos o variando sus características en un listado desplegable. En cualquiera de los casos, estamos modificando los parámetros que definen el objeto y, de rebote, su aspecto aparente. Pero también se puede ir más allá incluyendo otra clase de parámetros no dimensionales, como por ejemplo, el color, el material y peso, el nombre, etc.

²¹ Monfort Pitarch, C. (2015) *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. (www) Disponible:https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITARCH,CAR-LA_14411406249496792971937922144995.pdf?sequence=3



El objeto que se modela acontece, así, mucho más completo y editable permitiendo acceder directamente a sus características. Así, ya no se modelan representaciones, sino que se modela el objeto en sí mismo cubriendo el máximo de facetas. En cambio, con una herramienta de CAD literal, se invierte mucho tiempo representándolo mediante múltiples modelos con el fin de poderlo controlar, mentalmente, en su globalidad.



Figura No 5- Esquema que explica la relación paramétrica que maneja BIM.

Una vez se consigue parametrizar un objeto, también se puede intentar parametrizar la relación que tiene este con el resto. Esto se consigue relacionando unos parámetros con otras. Por ejemplo, el perímetro exterior de una carpintería será igual a la apertura que se deberá practicar en el muro que lo aloja. De esta manera, no sólo se automatiza la transmisión de las influencias que tienen los objetos entre sí, sino que se posibilita su diseño en relación al resto. Así, cada componente se crea en función de lo que lo hace único y de lo que lo hace dependiente del resto, consiguiendo un diseño muy receptivo a futuras modificaciones. Para que todos estos parámetros puedan interactuar, es necesario tratar el modelo paramétrico como una base de datos unificada que esté estructurada y optimizada para hacer posible estas interrelaciones. Así también se posibilita que objetos de diferentes disciplinas puedan interactuar entre ellos y que su acceso sea centralizado, haciendo realidad la deseada coordinación multidisciplinar y multiusuario (Monfort, 2015) ²².

²² Monfort Pitarch, C. (2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. (www) Disponible: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITAR-CH,CARLA_14411406249496792971937922144995.pdf?sequence=3

También, se debe tener en cuenta que, debido a que la parametrización de objetos puede ser algo complicado, todas las aplicaciones disponen de extensas librerías de componentes preconfigurados que tienen comportamientos también preestablecidos. No se trata pues de aplicaciones de diseño paramétrico puras, mucho más potentes, pero también mucho más complejas de emplear. Esto no quiere decir que se limite al usuario al uso de estos objetos, puesto que en cualquier momento se puede crear uno, paramétrico o literal, para resolver casos concretos.

La edición de este modelo global se hace a través de toda clase de visualizaciones especializadas, ya sea diédricas, tridimensionales, en forma de listado, o cualquier otra clase de vista que sirva para controlar los objetos desde una óptica concreta. Como que todas ellas provienen directamente del Modelo de Información, estarán siempre actualizadas. Para que esto sea posible, el software debe gestionar las vistas por sí mismo, dejando en manos del usuario únicamente la configuración más o menos pormenorizada de estas. Aunque la mayoría de aplicaciones BIM generan, en la mayoría de los casos, representaciones del Modelo de Información, conceptualmente se deben entender todas como vistas, ya que son generadas de manera automática. Para el arquitecto acostumbrado al CAD literal, esto sólo pasa cuando modela representaciones tridimensionales, de las que suele aprovechar directamente sus vistas gráficas. En cambio, el resto de vistas bidimensionales suelen ser elaboradas concienzudamente de manera manual poniendo un gran interés en el grafismo. Este es el cambio más importante para el que está habituado a emplear herramientas basadas en la representación. Con ellas, el arquitecto puede expresar lo que desee, pero siempre depende de la correcta interpretación de la documentación que genera. El proyecto vive en las representaciones que crea y por esto suele preocuparse de cuidarlas. En cambio, con un modelo paramétrico, el objeto vive en sus especificaciones, a pesar de cómo se visualice.

Debido a que el entorno de trabajo de los modelos de información esta, necesariamente, muy controlado, sólo se puede crear aquello que se sabe cómo funciona, por lo que puede resultar algo frustrante para los principiantes. Por ello, todas las aplicaciones BIM dejan un espacio para la representación literal con el fin de cubrir determinadas situaciones en que no se pueda generar un objeto adecuado, pero su uso debe ser necesariamente restringido si se quiere ser fiel a la tecnología BIM.



Una de las aportaciones más importantes de los Modelos de Información es que las representaciones de sus diferentes aspectos pueden automatizarse. (Pitarch, 2015)²³ Todas provienen del mismo modelo, así que se consigue, de forma natural, que estén siempre coordinadas entre sí (que no se contradigan) y actualizadas (representando los últimos cambios hechos al proyecto) y que su generación sea inmediata o casi inmediata. Por eso decimos que las representaciones extraídas del BIM son en realidad vistas del modelo, aunque en algunos casos se lleguen a generar cada vez como dibujos bidimensionales. Por otra parte, para poder satisfacer las necesidades de visualización de cada representación, cada aplicación dispone de diferentes mecanismos de personalización de estas, de tal manera que pueda mostrarse o que se desea y con un grafismo adecuado.



Figura No 6- Esquema de BIM Multivista, donde plantea las tres representaciones de la información.

No obstante, el abanico de posibilidades siempre será más limitado que el de las representaciones delineadas a mano, por lo que habrá que aprender a prescindir de ciertos virtuosismos, por otra parte, dejaran de ser necesarios al contar con el potencial de generación múltiple de vistas de este tipo de software. Podríamos decir que, en este caso, podemos substituir la calidad por la cantidad, ya que resulta mucho más conveniente el uso de múltiples vistas para explicar un tema que el de unas pocas y muy trabajada, ya que estas, inevitablemente, deberán omitir parte de la información del proyecto. De todas formas, también es cierto que una vez adecuado el grafismo de las visualizaciones a nuestro gusto, veremos como cualquier

²³ Monfort Pitarch, C. (2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. (www) Disponible: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITAR-CH,CARLA_144_11406249496792971937922144995.pdf?sequence=3



vista gozará del mismo nivel de acabado, ya que realizarla o no ya no dependerá del tiempo disponible hasta el día de la entrega.

Otro aspecto esencial es entender que las posibilidades de una vista no se limita al campo de las representaciones gráficas (dibujos) que tradicionalmente ha sido el soporte básico del arquitecto, sino que también cubre otro tipo de representaciones de tipo alfanumérico, como tablas (para mediciones o inventarios, por ejemplo), esquemas, leyendas, etc. Para una aplicación BIM, todo está al mismo nivel, ya que los objetos no solo contienen información formal sino también de cualquier otro tipo. Por ejemplo, una estructura suele ser más fácil de replantear en forma de esquema de barras, mientras que al que debe presupuestarla, le interesará sólo la cantidad, tipo y peso de los perfiles. El arquitecto, en cambio, deberá trabajar con una representación formal fidedigna de la misma, para poder compatibilizarla con el resto de sistemas arquitectónicos.

Por último, lo que vimos en los objetos paramétricos en cuanto a su compatibilidad con elementos literales puede aplicarse a las prestaciones de representación de las aplicaciones BIM (Quirk, 2012)²⁴. Cualquiera de ellas, puede incorporar a las vistas dibujos manuales que las complementen

Entonces se entiende BIM como una metodología que sirve para el desarrollo de proyectos arquitectónicos. Utiliza las tecnologías de la información (TIC) con el objetivo fundamental de reducir los costos del proyecto en materialización y operación, así como los gastos energéticos, el cual se basa principalmente en un modelo digital de construcción, operación y mantenimiento de activos. Aúna tecnología, mejoras en los procesos e información digital con el fin de mejorar radicalmente los resultados de los clientes y de los proyectos, así como la explotación de los activos. BIM es un factor estratégico para mejorar la adopción de decisiones relativas tanto a los edificios como a las infraestructuras públicas a lo largo de todo su ciclo de vida. Se aplica a nuevos proyectos de construcción fundamentalmente, BIM apoya la renovación, reforma y mantenimiento del entorno construido, lo que representa la mayor parte del sector.

Esta metodología se ha convertido en una nueva manera de crear, compartir, interpretar y manejar la información del edificio a través del ciclo de vida del mismo, es decir, mejora la organización y productividad del diseño al optimizar las soluciones conjuntas de las disciplinas que intervienen en el proyecto.

²⁴ Quirk, V. (2012). "A Brief History of BIM". (www) Obtenido de ArchDaily. : <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>

En otras palabras, BIM es fundamental para la coordinación, que evoluciona desde una implementación bastante rudimentaria durante las primeras etapas del diseño hasta un modelo 3D que nos permite monitorear y coordinar las etapas de ejecución.

¿Qué es una aplicación BIM?

Acabamos de explicar que el Building Information Modeling es la suma de una metodología de trabajo y de una serie de herramientas que se usan con unos determinados objetivos que dependen de la construcción de un modelo de información que debe ser creado a través de un tipo de software específico. Por otra parte, si bien es cierto que no hay tecnología BIM sin herramientas BIM, también es cierto que no todo el software que se utiliza en este universo puede ser calificado como tal. Ni mucho menos. Por otra parte, también hay que ser conscientes que esta tecnología no se limita al uso de las aplicaciones BIM.

Una aplicación BIM se aquella que emplea como entidades de trabajo principal objetos paramétricos de cualquier disciplina que son capaces de relacionarse entre ellos y de los que se puede extraer diversos tipos de información, entre los que se incluye representaciones gráficas, pero también alfanuméricas.



Figura No 7- Esquema para diferencias entre herramientas BIM y Aplicaciones conectables

Lo primero que hay que hacer para entender un conjunto de aplicaciones es saber a qué fin y a qué mercado responde. Ya hemos dicho anteriormente que el desarrollo de las aplicaciones BIM se nutre de un concepto más genérico, el Modelado de Información, y de una tecnología que proviene principalmente del mundo industrial. No obstante, también es cierto que la mayoría de las aplicaciones que actualmente se conocen como BIM nacieron mucho antes de que este término se acuñase y se han desarrollado en paralelo al resto de software dedicado al diseño y a su gestión. De hecho, ArchiCAD data de 1982 y Allplan de 1984 (Di Guida et al. 2015)²⁵. Lo que ocurre es que su eclosión ha aprovechado muchos de los avances del campo industrial.

De todas formas, el mundo de la producción industrial y el de la arquitectónica aún mantiene diferencias esenciales, cosa que hace que las características de unas y otras aplicaciones difieran notablemente en muchos aspectos. Si bien el trasfondo es el mismo (modelos tridimensionales contenedores de información accesible en tiempo real) la forma en cómo esto se aborda es sustancialmente distinta.

Diseño industrial	Diseño arquitectónico
Usuarios con formación específica.	Usuarios con poca formación.
Hardware y software potentes.	Hardware i software menos potentes.
Gran inversión en software.	Inversión muy limitada.
Cada producto se diseña hasta al último detalle en la fase de proyecto. No suele sufrir cambios en la fase de producción.	El producto sólo se diseña a grandes rasgos en la fase de proyecto y se acaba de definir en la fase de producción, donde suele sufrir cambios importantes.
Todos los componentes necesarios son especificados en la fase de proyecto.	La mayoría de componentes se especifiquen sólo en relación a sus características generales i se acaben de escoger en la fase de producción.
El diseño minucioso de cada componente comporta una gran inversión de tiempo en su definición.	Los proyectos se deben desarrollar en pocos meses.
Los componentes suelen aprovecharse para nuevos productos con pocas variaciones.	Cada proyecto es un prototipo que no se volverá a fabricar,
La fase de ejecución del producto se lleva a cabo de forma principalmente robotizada.	La construcción del edificio se ejecuta manualmente con maquinaria poco sofisticada.

Figura No 8- Esquema que explica la relacion parametrica que maneja BIM.

²⁵ Di Giuda, Giuseppe Martino, Villa V. "Técnica BIM: Análisis comparativo sobre su estado en diversos países europeos y extracomunitarios. Desarrollo y difusión en el ámbito internacional". EUBIM 2015



En resumen, la principal divergencia reside en la producción en serie. Esta permite al mundo industrial invertir grandes cantidades de tiempo y dinero en el desarrollo pormenorizado de los productos, así como en el hardware y software que usan. Además, permite una mejora progresiva de los objetos y materiales que se usan para construirlos, ya que estos son testeados de una forma universal, continua y rigurosa. De hecho, la producción industrial ya hace tiempo que ha conseguido superar en términos de calidad y eficacia a la producción arquitectónica, todavía muy artesanal.

Por ello, hemos visto como, en los últimos años, la arquitectura se ha ido industrializando, empezando por los componentes, llegando a los sistemas y, en un futuro, acabando en todos sus procesos. Recordemos, por cierto, que los arquitectos de movimiento moderno abogaban por la industrialización de la arquitectura y el diseño, ya que creían que, entre otras cosas, los haría más económicos a la vez que aumentaría su calidad.

Tipos de aplicaciones BIM.

Actualmente hay un buen número de aplicaciones BIM en el mercado, a pesar de que se trata de un tipo de software costoso de desarrollar y que precisa de mucho servicio post venta. En general, todas llevan muchos años en el mercado, con excepción de aquellas que están desarrollándose de la mano de grandes compañías de CAD genérico, que tienen una historia más corta. Teniendo en cuenta esto, de si aprovechan o no un motor de CAD ya existente, podemos clasificar las aplicaciones en dos grandes grupos.

Aplicaciones BIM nativas

Con más antigüedad, en general, que las BIM implementadas, existen las aplicaciones creadas con la intención de trabajar en esta dirección desde un buen principio. Naturalmente, son mucho más coherentes y potentes que las BIM implementadas, pero tienen el inconveniente de que la migración desde un software CAD genérico hacia ellas resulta más complicada. Aunque permiten trabajar con archivos provenientes de estas aplicaciones siempre hay ciertas limitaciones, puesto que resulta más difícil incluir información literal en modelos BIM (Pitarch, 2015)²⁶.

²⁶ Monfort Pitarch, C.(2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. (www) Disponible:https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITARCH,CARLA_144_11406249496792971937922144995.pdf?sequence=3

TIPOS DE APLICACIONES BIM

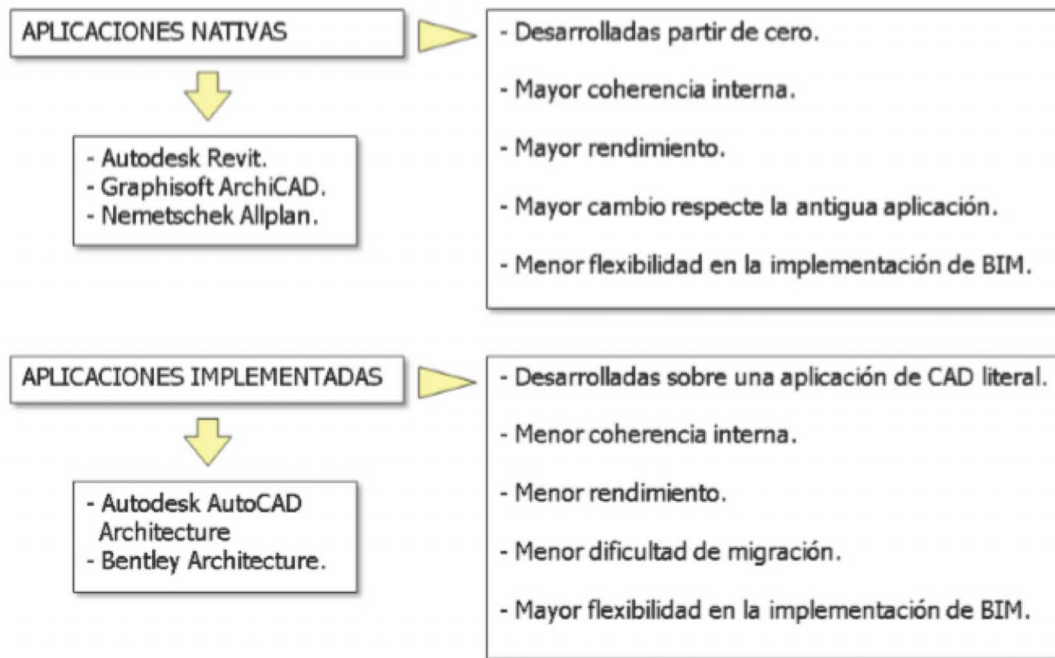


Figura No 9.- Esquema que explica la relación paramétrica que maneja BIM.

Por otra parte, todas ellas tienen una estructura de archivos coherente con el concepto de base de datos. Es decir, los proyectos se gestionan de manera integral y se concentran en un solo archivo o carpeta.

Estamos hablando de las aplicaciones Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD y Nemetschek Allplan. Los dos últimos hace casi unos veinte años que son en el mercado y disfrutan de una numerosa comunidad de usuarios. El primero, sin embargo, es un software mucho más joven por lo que goza de un planteamiento más avanzado.

BIM implementado sobre CAD literal

Se trata de aquellas aplicaciones de CAD literal que han implementado módulos BIM que se superponen de manera más o menos transparente. Tienen el inconveniente de que su funcionamiento no puede ser tan coherente ni fluido como el de las BIM nativas, puesto que deben adaptarse al motor y estructura de sus huéspedes. Siguen empleando capas para organizar el dibujo, mantienen una estructura de ficheros dispersa y su interface es bastante más compleja.



En cambio, tienen la ventaja de permitir una migración hacia los sistemas BIM mucho más flexible y modular. El grado de implementación de BIM puede hacerse al nivel y en el campo en que se desee.

Por ejemplo, se puede emplear BIM sólo por mantener la consistencia dimensional entre plantas, secciones y modelo tridimensional, pero seguir trabajándolas independientemente o aprovechar sólo sus características para mejorar el rendimiento de las mediciones. Todo esto con la comodidad de seguir trabajando con la misma aplicación de siempre de manera totalmente transparente, con las ventajas de colaboración multidisciplinar que esto implica.

Están dentro de este grupo Autodesk AutoCAD Architecture y Bentley Architecture, (Ferreiro, 2016)²⁷ Las dos funcionan sobre los motores de CAD genérico más extendidos del mundo (aunque, de los dos, AutoCAD es el que domina claramente el mercado). Nacieron con la intención de competir con las aplicaciones BIM nativas, las cuales amenazaban con ganar cuota de mercado a los CAD literales.

Manteniendo en mente la clasificación anterior, podemos comparar las características esenciales de las soluciones más vendidas para hacernos una idea de cuál serán sus especificaciones. Como vemos, Allplan es la única de entre las nativas aquí mostradas que mantiene una estructura automatizada de la base de datos. Como ya veremos, esto les da unas prestaciones de gestión muy potentes, pero limita su capacidad de interrelacionar los objetos del proyecto.

Si comparamos AutoCAD Architecture con Revit Architecture, veremos que el precio que paga el primero por su compatibilidad con el CAD es su baja capacidad de parametrización libre, inversamente a lo que pasa con Revit. También vemos como Revit, a pesar de haber mejorado mucho en los últimos dos años, no llega al nivel de interoperabilidad de ArchiCAD y Allplan con aplicaciones de ámbito nacional.

²⁷ Gustavo Ferreiro, J. P. (2016). *Diferencias entre Revit, ArchiCad, Allplan, y AECOSim* (Conferencia www) disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gYcC7N1dR44>

Análisis sobre las aplicaciones BIM con mayor cuota de Mercado.

A continuación, se comentan las cinco aplicaciones BIM con mayor presencia en el mercado internacional, estando todas disponibles para el español. El texto que sigue está lejos de valorar la conveniencia de estas soluciones, sino que pretende resumir con pocas palabras el enfoque general de estas. Se recomienda al lector que amplíe esta información con la propia experiencia y abundante documentación disponible en internet.

Integración de la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico, en modelos de información para la construcción- BIM

Tabla comparativa entre aplicaciones BIM

	Estructura de la base de datos	Gestión del proyecto	Modelado literal	Modelado paramétrico libre	Conectividad nacional	Soporte CAD	Grado de desarrollo
Autodesk Architecture							
Autodesk Revit							
Graphisoft ArchiCAD							
Nemetschek Allplan							
Bentley Architecture							

Figura No 10.- Esquema que explica la relación paramétrica que maneja BIM.



AUTODESK
REVIT

AUTODESK
Estados Unidos
2002



GRAPHISOFT
ARCHICAD

GRAPHISOFT
Hungría
1984



NEMETSCHKEK
Allplan

NEMETSCHKEK
Alemania
1984



Bentley
AECOsim
Building Designer

BENTLEY
Estados Unidos
1986

Figura No 11.- Programas de modelado más ocupados en el mundo²⁷

²⁷ Gustavo Ferreiro, J. P. (2016). *Diferencias entre Revit, ArchiCad, Allplan, y AECOSim* (Conferencia [www](http://www.youtube.com/watch?v=gYcC7N1dR44)) disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=gYcC7N1dR44>



De todas las aplicaciones BIM, es la más joven de todas y la que esta tiene un planteamiento más radical respecto a la tecnología de objetos. La empezó a desarrollar la compañía Revit Technology Corporation como el primer software de diseño arquitectónico totalmente paramétrico. En el 2002, la empresa fue comprada por Autodesk, la cual buscaba soluciones por su entonces inoperante Architectural Desktop (actualmente AutoCAD Architecture). Viendo el potencial de Revit, Autodesk decidió mantener el desarrollo de las dos líneas de software sin cortar ninguna de las dos. Revit debería tener más futuro a largo plazo que AutoCAD Architecture puesto que se trata de una aplicación muy coherente y potente, pero, por el momento, las dos aplicaciones conviven pacíficamente al estar destinadas a un público diferente. Desktop permite una migración menos arriesgada y más progresiva mientras que Revit está destinado a implementar completamente la tecnología BIM.

El programa usa un archivo único que contiene toda la información del proyecto (Fernández, 2013)²⁸, incluidas las vistas, las láminas y las bibliotecas de objetos paramétricos. De todas las aplicaciones BIM, es la que está más orientada hacia la tecnología de Modelos de información, disfrutando de una estructura interna muy coherente en la que cualquier elemento del proyecto es tratado de manera similar. Por otra parte, dispone de una interface gráfica de parametrización, al estilo del software especializado, que le permite modelar cualquier elemento con independencia de su uso. También disfruta de herramientas que le permiten establecer determinadas relaciones asociativas entre objetos, sean del tipo que sean.

Todo esto es posible gracias al su motor de transmisión de los cambios en tiempo real (de hecho, Revit es el acrónimo de Revise Instantly). Gracias a él, cualquier cambio efectuado desde una vista, es transmitido al resto de manera instantánea, puesto que, a diferencia de la competencia, no se trata de representaciones generadas con posterioridad, sino vistas dinámicas de la base de datos global.

²⁸ Gómez Fernández, I. (2013). *Interacción de procesos BIM sobre una vivienda del movimiento moderno. La Ville Savoye*. (www) Disponible: http://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/10117/Gomez-Fernandez_Ivan_TFG_2013.pdf?sequen ce=2

Por otra parte, está muy orientado a la parametrización de la información del edificio a todos los niveles y por esto disfruta de una interface gráfica para el modelado paramétrico de los objetos y de un elevado grado de interrelación de los componentes arquitectónicos, independientemente de su naturaleza.

En general, se trata de una aplicación muy intuitiva de emplear, con una interface cuidada y muy coherente, y con una documentación bastante cuidada. Por el contrario, su juventud, a la que debe su vanguardista diseño, también explica algunas carencias en algunos aspectos muy concretos, como por ejemplo la falta de pre visualización en algunos cuadros de diálogo, o la falta de conexión directa con algunas aplicaciones, aunque la interacción con otras herramientas de Autodesk sea excelente.

Revit Architecture tiene dos aplicaciones gemelas, Revit MEP y Revit Structure, especializadas en la generación de objetos de instalaciones y estructurales respectivamente. Ambas aplicaciones son capaces de conectarse dinámicamente con herramientas de cálculo especializado.

Graphisoft ArchiCAD

ArchiCAD es el software para el diseño paramétrico de arquitectura más antiguo de los tres y por esto tiene la ventaja de ser el fruto de un largo desarrollo. Hay miles de usuarios que lo emplean y existe un relativamente amplio abanico de aplicaciones de terceros fabricantes que lo complementan. Nacido para el entorno Macintosh, su origen se remonta al tiempo en que no se podía pretender que toda la documentación gráfica de un proyecto estuviera basada en objetos y por esta razón, su motor de transmisión de cambios ha recibido numerosas mejoras a lo largo de su historia. De hecho, a pesar de estar actualmente plenamente enfocado hacia el BIM, está capacitado para complementar a mano de manera sencilla las representaciones extraídas de los modelos paramétricos.

Como Revit, se organiza en torno a un archivo único con un sistema de librerías que puede ser referido a archivos externos o que pueden pertenecer al propio proyecto. Su estructura de proyecto es muy similar, pero está más desarrollada y distingue entre las vistas y sus localizaciones en el modelo del edificio. Así, de una misma planta se pueden crear variantes diferentes y guardarlas



como vistas bajo una estructura en árbol totalmente configurable. ArchiCAD no regenera las vistas de manera instantánea, como lo hace Revit. Pero sí que lo hace de manera automática y, además, es capaz de editar el modelo a través de la modificación de cualquier vista o desvincularlo completamente de ella.

Su interface está muy cuidada, cosa que lo hace agradable y cómodo de usar. Por otra parte, conserva algunos vestigios de las herramientas de CAD tradicional, como el sistema de capas o el ploteado según conjuntos de plumillas, cosa que lo conecta con los usuarios d'AutoCAD.

Los elementos paramétricos se guardan de forma de librerías y como archivos individuales y tienen un gran número de opciones que buscan cubrir todas las necesidades de diseño del usuario, objetivo que, a la práctica, consigue en la mayoría de los casos. No obstante, los objetos paramétricos deben estar preparados previamente con herramientas que exigen conocimientos de programación. Por esto, la biblioteca que viene con el programa es bastante completa y, gracias a la flexibilidad de sus opciones, consigue cubrir la mayoría de los casos.

También dispone de herramientas para convertir elementos modelados en el proyecto en objeto de librería, por ejemplo, mobiliario, posibilitando así un modo de creación muy directa para objetos con bajo nivel de parametrización.

Como buena herramienta BIM, se comunica eficazmente con varias aplicaciones especializadas, como Cinema 4D (infografía), Presto, Arquímedes y Gesto (*mediciones y presupuestos*), la suite de Cype (*cálculo de estructuras y instalaciones*), Tricalc (*cálculo de estructuras*), Líder y Calener (*del CTE*), Maxoform (*modelado de formas libres*) (Bouzas-Cavada, 2013)²⁹ También se ve asistido por algunas aplicaciones de terceros que ayudan a la creación de objetos paramétricos. Tiene pendiente, aún, el apoyo nativo de objetos MEP o estructurales.

Por otra parte, el sistema de exportación automatizada de ficheros, ya sean DWG o PDF, es impecable y todo un modelo a seguir.

²⁹ Bouzas-Cavada, M. (2013). *Abramos la caja de herramientas BIM. EasyBIM.* (www) Disponible: <https://manuelbouzas.wordpress.com/2013/10/10/abramos-la-caja-de-herramientas-bim-y-ii/>

Nemetschek Allplan

Hasta hace no mucho tiempo, “Allplan” era conocido por el paradigma la sofisticación en diseño paramétrico de Arquitectura. Este hecho se daba sobre todo porque era una aplicación bastante conocida, de oídas, en este país, con una comunidad de usuarios fanáticos que daban a conocer sus ventajas a sus colegas que trabajaban con AutoCAD, a los cuales les parecía una aplicación exótica.

Por otra parte, tenía el aliciente de estar desarrollado en Alemania, país con la reputación de elaborar software eficiente, pero complejo. Lo cierto es que Allplan es una aplicación que venía del entorno Unix y que migró en un momento dado hacia a los sistemas Windows, hecho que obligó a cambiar radicalmente su interface, puesto que la anterior resultaba incomprensible para los usuarios de este sistema operativo. Su nivel de sofisticación y las algunas de sus posibilidades superan las de sus competidores pero tiene el inconveniente de resultar mucho menos intuitivo de emplear, al tiempo que adolece de una interface obsoleta en algunos aspectos y de tener un apoyo público bastante limitado (Coloma, 2008)³⁰. De todas formas, el apoyo de los distribuidores en España es tan eficaz como erudito.

Su estructura de documentación es radicalmente diferente al del resto de aplicaciones BIM nativas. Los proyectos se guardan en carpetas que contienen multitud de archivos que contienen la información del modelo. Estos representan divisiones físicas del modelo, generalmente por plantas y categorías de objetos. Por ejemplo, un archivo contendrá las distribuciones de la planta primera, mientras que otros guardarán el mobiliario, otros las fachadas, etc. Se trata de sistema que posibilita directamente el trabajo en equipo, puesto que cada usuario puede ocuparse un archivo diferente y permite estructurar el proyecto como se desee, por muy grande que sea. También limita el consumo de memoria de la aplicación. Además, a diferencia d’AutoCAD Architecture, Allplan es capaz de editar más de un archivo a la vez, aunque las nuevas entidades se crearán siempre en el archivo activo, que siempre es único. Por el contrario, esta manera de organizarse lo hace mucho menos ágil a la hora de navegar por el proyecto si lo comparamos con ArchiCAD y Revit y también limita las relaciones asociativas entre objetos paramétricos, puesto que a menudo se encontrarán en archivos diferentes. También la distribución del trabajo en equipo será más tediosa puesto que debe modificarse el contenido de los archivos de proyecto.

³⁰ Coloma Picó, E. (2008) *Introducción a la tecnología BIM*. (www) Disponible: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/12226/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20Tecnolo%20g%C3%ADa%20BIM.pdf>



Como cualquier aplicación, distingue entre objetos de sistema y de componente, Los primeros (como por ejemplo los cerramientos y las anotaciones) tienen un comportamiento paramétrico pre-configurado, pero este es excepcionalmente flexible. Por ejemplo, es el único que permite controlar al por menor cada una de las capas que forman un muro. Los objetos de componente (como las ventanas, puertas o mobiliario), denominados, macros, pueden generarse a través de asistentes bastante completos o mediante programación paramétrica de tipo gráfico.

Por otra parte, Allplan disfruta de unas capacidades de conexión con aplicaciones de terceros envidiables. Por una parte, Nemetschek dispone de toda una línea de productos propios compatibles con Allplan para cubrir varias disciplinas. Aparte de Allplan Arquitectura, hay un anchísimo abanico de aplicaciones: Allplan Ingeniería (para estructuras), Allplan instalaciones, Allplan prefabricados, On-Site Survey (para levantamientos in-situ), On-Site Photo (levantamientos fotográficos), Cinema 4D (infografía), Maxwell Render (simulador de iluminación natural), Design to Cost (mediciones y control de la obra), Oficina Móvil (soluciones de movilidad con transmisión de datos CAD), My office (gestión integral de proyectos) y X-World (base de datos con tecnología de objetos). También se conecta con numerosas aplicaciones de terceros, como Presto, Arquímedes y Gesto (mediciones y presupuestos), la suite de Cype (cálculo de estructuras y de instalaciones), Tricalc (cálculo de estructuras), Líder y Calener (del CTE), a parte de otras aplicaciones que no se usan en España.

Bentley Architecture

Las capacidades avanzadas de modelado 3D paramétrico de MicroStation permiten a los profesionales de la infraestructura de cualquier disciplina ejecutar modelos basados en datos y compatibles con BIM.

Bentley cuenta con aplicaciones que permiten incorporar proyectos ejecutivos en MicroStation, incluyendo diseños y modelos creados con aplicaciones BIM específicas para cada disciplina. Gracias a esto, se pueden crear modelos BIM integrados y multidisciplinarios, documentación y otros entregables. MicroStation y todas las aplicaciones BIM de Bentley se basan en la misma plataforma integral de modelado. De este modo, se puede integrar fácilmente su trabajo en MicroStation a flujos de trabajo específicos de diferentes disciplinas con estas aplicaciones BIM de diseño y modelado analítico de Bentley.

Como el resto de aplicaciones multiarchivo, la organización del modelo BIM es flexible, pero también mucho más difícil de gestionar. Bentley separa los modelos tridimensionales de los bidimensionales y la actualización en uno y otro sentido es manual. También como ellas, sufre la falta de bidireccionalidad de las vistas que no son de planta, puesto que son dibujos auto-generados, y, especialmente, la falta de asociatividad entre objetos, la cual, al parecer, es la más acusada de las tres aplicaciones con base de datos dispersa.

Bentley Architecture es parte del módulo Triforma de diseño paramétrico, de posibilidades muy amplias (Martin, 2014)³¹. Por esto, se puede afirmar que sus herramientas de diseño paramétrico de los componentes arquitectónicos están a la altura, o incluso superan, las de Revit. El problema es que su manejo en general resulta mucho menos intuitivo.

Por último, decir que Bentley ha desarrollado cinco aplicaciones BIM, Architecture, Bentley Structural, Bentley Mechanical Systems, and Bentley Electrical Systems que se integran perfectamente entre ellas, lo cual demuestra el interés de la compañía por abarcar todas las disciplinas e ir en camino de un verdadero y completo modelado de la información del edificio. De hecho, Bentley encabeza la defensa del sistema de base de datos dispersa frente a la base de datos unificada de Revit y ArchiCAD, afirmando que resulta mucho más adecuada para el trabajo cooperativo y multidisciplinar.

AECOSim no es una aplicación independiente, es una extensión de Microstation, por lo que permite trabajar con la principal ventaja de éste, así como evitar dobles licencias. La principal ventaja de Microstation es que cada vez que se crea un elemento, éste se graba automáticamente en un fichero DGN (compatible con AutoCAD), sobrescribiéndose cada vez, mientras que AutoCAD no graba hasta que el usuario no lo ordena. Por lo tanto, mientras en AutoCAD la memoria está ocupada continuamente por el contenido del dibujo, Microstation la deja mucho más libre permitiendo un manejo de vistas y de modelado 3d más ágil, resultando más operativo en el manejo de ficheros grandes. Además, guarda la información asociada al modelo 3D por separado, lo que le evita problemas de coordinación y le permite trabajar el IFC de manera nativa, sin necesidad de exportar.

³¹ Martin, P. (2014) “¿Y por qué AECOSim?”. BIM WIP. (www) Disponible: <https://bimwip.blogspot.com/2014/03/y-por-que-aecosim.html>



AECO (Architecture, Engineering, Construction, Owner/Operator) sim, es un conjunto de programas creado para clientes de Microstation, grandes empresas de ingeniería que desarrollan arquitectura y no para estudios de arquitectura.

Aunque está enfocado hacia la ingeniería y la construcción, la agilidad de Microstation le permite contener un render muy potente sin necesidad de un programa externo. El módulo de render llamado Luxology, proviene del programa modo, competidor de Maya, Maxwell y otros utilizados para la producción de películas.

Una forma de ver funcionando el BIM es identificando cómo los fabricantes de software lo piensan implementar. AutoDesk lleva su propia línea, en este caso lo mostraré como lo está visualizando Bentley por ser un tema observado hace más de tres años en la cuña I-model. Bentley se ha centrado en tres herramientas que ha llevado al estrellato:

- Microstation para el modelado de la información, el equivalente a AutoCAD, mesa de dibujo sobre el que operan herramientas de análisis estructural, geotectónico, arquitectura, topografía, redes viales, modelización, etc.
- ProjectWise para la integración de proyectos, que es un gestor de información integrado a modelos construidos con Microstation.
- AssetWise para la gestión de ciclo de vida de los activos, que controla la operación de los objetos de la vida real, llevando su historial de vida.

Todo, buscando el fin último, que la infraestructura y su ciclo de vida sea el punto primordial de interés, pero ya no como un objeto inerte sino como un sujeto con vida y se refleja en cómo todas las plataformas se han alineado para su enfoque de geoingeniería.

IFC ¿Qué es, para que sirve, y cuál es su relación con BIM?

El IFC es un formato de datos que tiene como finalidad permitir el intercambio de un modelo informativo sin la pérdida o la distorsión de datos o informaciones. A continuación características, ventajas y relación con el BIM. El IFC (Industry Foundation Classes) es un particular formato de datos que permite el intercambio de un modelo informativo sin pérdida o distorsión de datos o informaciones.

Se trata de un formato abierto, neutro, no controlado por los productores de software, nacido para facilitar la interoperabilidad entre varios operadores. El IFC ha sido pensado para elaborar todas las informaciones del edificio a lo largo de todo su ciclo de vida, desde el anteproyecto hasta la ejecución y su mantenimiento, pasando por las distintas fases de diseño y planificación.

Cómo funciona el IFC.

Según buildingSMART, el formato IFC es la herramienta principal para la realización del Open BIM, “que representa un método universal para la colaboración en el diseño y construcción de los edificios basados sobre estándar y flujos de trabajo abiertos”.

La arquitectura IFC basa su propia estructura sobre:

- semántica
- relaciones
- propiedades

Los elementos están pensados para describir los componentes de los edificios, como por ejemplo las instalaciones, espacios, zonas, mobiliario, elementos estructurales (pilares, vigas, paredes, forjados etc.), incluyendo las propiedades específicas de cada objetos. Gracias a esta subdivisión es posible asociar, a cada objeto, especificas grandezas como por ejemplo:



- forma
- costes
- necesidad de mantenimiento
- posición
- prestación energética
- conexión con otros objetos
- seguridad
- características físicas y mecánicas

Todos estos datos están generalmente codificados con uno de los tres formatos disponibles:

- .ifc: formato de archivo predefinido basado sobre el estándar ISO-STEP
- .ifcxml: codificación basada sobre lenguaje XML
- .ifczip: archivo comprimido de uno de estos formatos, que pueden contener también material adjunto como PDF o imágenes.

Cuáles son las ventajas del IFC

La principal ventaja ofrecida por el formato IFC es la posibilidad de colaboración entre las varias figuras involucradas en el proceso de construcción permitiendo el intercambio de información a través de un formato estándar.

Esto lleva a una calidad mayor, a una disminución de los errores, una reducción de los costes y a un ahorro de tiempo con coherencia de datos e informaciones durante todo el proceso de ejecución y de mantenimiento.

Certificación IFC

El buildingSMART International ha definido un proceso de certificación que asegura la exactitud de la importación y de la exportación de los datos IFC con la garantía de conformidad a los estándar.

Todos los software certificados IFC son capaces de leer, escribir e intercambiar informaciones con otros programas. Según los datos proporcionados por buildingSMART, el estándar IFC está soportado por más de 140 plataformas software.

BIM: la importancia del archivo IFC

Para tener libre colaboración y disponibilidad de los datos se necesita un formato abierto, neutro y estandarizado; estas son las ventajas del archivo IFC. Para quien trabaja con el BIM, la verdadera exigencia es garantizar libertad plena en el intercambio de los datos y utilizar un sistema realmente abierto. Estas son las ventajas del archivo IFC. Existen muchos modos de gestión de datos en un flujo de trabajo BIM. Por ende, es posible utilizar varios formatos de archivo diferentes.

Los formatos de archivo propietario son aquellos que se pueden leer por el propio software y también por otros software autorizados. El uso de formatos propietarios puede obstaculizar la interoperabilidad, en caso de que los miembros del equipo de proyecto utilicen diferentes tipos de programas. Cuando se trabaja con un software de diseño especializado que cuenta con formatos de datos propietarios, hay varias opciones:

Utilizar un software principal de autoría BIM para remodelar la parte seleccionada. El modelo diseñado es transferido con todas sus propiedades al software de creación BIM, si existe un formato de archivo común para la transferencia entre diferentes software. Los formatos de archivo no propietarios son independientes del vendedor. Esto significa que pueden ser leídos y modificados por cualquier tipo de software. A menudo éstos son «open source», con una colaboración internacional para su desarrollo.

El IFC, nace con el objetivo de garantizar la comunicación de los datos, cualquiera sea el software utilizado: tiene el fin de describir los datos de la industria de la construcción, no controlado por un proveedor singular o un grupo de proveedores. Se trata de un formato de archivo desarrollado por buildingSMART.



OpenBIM

El desarrollo del estándar IFC extiende el enfoque openBIM® a nuevas disciplinas, para una colaboración siempre mayor en los proyectos. El openBIM, es un enfoque universal dedicado al diseño colaborativo, a la realización y al funcionamiento de edificios basados en estándares abiertos y flujos de trabajo.

Dicho enfoque, favorece un flujo de trabajo transparente y abierto que permite a todos los actores del proyecto participar de modo coordinado, independientemente del software usado.

Con openBIM también es posible trabajar en conjunto ya que tiene la capacidad de transferir información, puede cancelar los límites y hacer que los procesos en el sector de la construcción sean más transparentes. u

ACCA software promueve un enfoque abierto para ayudar al sector de la construcción, apoyando la verdadera disponibilidad de datos y la plena libertad de colaboración en los procesos BIM: por eso es la empresa N°1 del IFC-OpenBIM.

IFC-Open BIM significa libertad para comunicar, compartir, colaborar: estos estándares permiten el diálogo entre todos los operadores que trabajan en el modelo digital de la construcción durante todo su ciclo de vida.

El IFC-Open BIM, además, permite el acceso ilimitado y libre a los datos, independientemente del programa y la versión que los ha producido.

¿Qué es Flujo de Trabajo BIM?

Como se ha explicado antes la metodología BIM (Building Information Modeling), es una herramienta de trabajo colaborativo basada en el uso de un software dinámico de gestión de datos de una infraestructura civil a lo largo de la totalidad de su ciclo de vida, abarcando las tres fases generales más importantes de un proyecto: diseño, construcción y mantenimiento.

Con ello, El proceso de trabajo mediante BIM se basa la creación del denominado 'Modelo de Información del Proyecto', que comprende las características geométricas y diseño espacial de éste, sus interrelaciones espaciales con otros elementos, la planificación de sus diferentes partes en el tiempo, su información geográfica, así como los volúmenes y propiedades de sus componentes. En este método, que alcanzará un mercado global de 18,8 billones de dólares en el 2024, toman parte todos los diferentes tipos de profesionales organizadores del proyecto, tales como diseñadores, ingenieros, arquitectos, contratistas, constructores o proveedores.

Las distintas fases del ciclo de vida del proyecto transcurren inmersas en una dinámica de trabajo en la que pueden destacarse 7 dimensiones diferentes para las cuales se distingue un software de la metodología BIM que se ajusta perfectamente a la etapa relacionada:

LA IDEA

Todo proyecto implantado de acuerdo a la metodología BIM parte de una idea inicial. En esta primera dimensión se incluirían actuaciones tales como la determinación de la localización y las condiciones iniciales de la estructura; las estimaciones geométricas primigenias, así como aquellas relativas a los costes y volúmenes de materiales o el establecimiento del plan de ejecución inicial.

Software relacionado: Sketchup Pro³³ ; Formit-360.

³³ Íscar software de arquitectura. (2015) *SketchUp y BIM*. (www) Disponible: <http://www.iscarnet.com/2015/07/sketchup-y-bim/>



EL BOCETO

Tras la fase inicial, se procede a la preparación de la fase de boceto, en la cual se determinan las características genéricas del proyecto. Forman parte de esta fase la preparación de la modelización mediante el software BIM, el planteamiento de los materiales, la definición de las cargas estructurales, la determinación de la dimensión energética del proyecto y el establecimiento de las bases para la sostenibilidad de general de éste.

Software relacionado: Sketchup Pro ; Formit-360

EL MODELO GRÁFICO TRIDIMENSIONAL

Una vez recopilada la totalidad de la información respectiva a las dos primeras dimensiones, es momento de proceder a la modelización geométrica de la infraestructura en formato 3D mediante el uso de animaciones o renders, la cual se fundamentará en la información reunida a lo largo de las fases previas.

Software relacionado: Revit – Autodesk, ArchiCAD (Graphisoft) , Allplan- Nemetschek, Aecsim- Bentley³⁴.

EL TIEMPO

He aquí la principal seña de identidad que caracteriza y diferencia a BIM de otras metodologías y/o softwares de trabajo tradicionales: el dinamismo. Frente a los modelos de proyecto puramente estáticos en la realidad, la metodología BIM aporta una nueva dimensión temporal. De esta forma, es posible la realización de una planificación temporal exhaustiva de todas y cada una de las fases del proyecto, la cual irá variando a medida que vayan variando las características y condiciones del proyecto en sus diferentes fases de ejecución.

Software relacionado: Navisworks, Solibri de Nemetschek.

³⁴ Bouzas-Cavada, M. (2013) *Abramos la caja de herramientas BIM*. EasyBIM (www). Disponible: <https://manuelbouzas.wordpress.com/2013/10/10/abramos-la-caja-de-herramientas-bim-y-ii/>

EL COSTE

Esta fase comprende el análisis y estimación de los costes del proyecto, además de su control a medida que este avance o se vea modificado. Al integrar BIM información detallada de cada una de los elementos integrantes, es relativamente sencillo generar informes presupuestarios en cualquier momento de la vida de la infraestructura.

Software relacionado: Cost-it, Presto.

EL ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD

Se trata del planteamiento y simulación de las alternativas contingentes y analizarlas, a fin de determinar cuál de ellas es más adecuada para ser llevada a cabo. En otras palabras, es una fase de elección de la alternativa óptima teniendo en cuenta todas las dimensiones del proyecto.

Software relacionado: Robot, CypeCad/CypeCad MEP, Lider, Ecotect, Tekla- Infracore.

LA GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA

BIM representa un entorno de gestión en el que se localiza y organiza información referente a una infraestructura a lo largo de toda su vida útil. Así, el software almacena todas las características de los elementos dispuestos en el proyecto, tales como dimensiones, costes, planes de mantenimiento, etc.

De esta forma, existe un proceso de modificación y retroalimentación continua que registra todas las variaciones entre el proyecto inicial y la realidad, de tal manera que exista una total correspondencia entre el modelo BIM y el resultado real.

La metodología BIM presenta importantes ventajas con respecto a la metodología CAD tradicional, especialmente en obras de gran envergadura, hasta el punto de que la ejecución de muchos de los grandes proyectos llevados a cabo durante los últimos años, tales como el Canal de Panamá o el Crossrail de Londres no hubiera sido posible sin BIM.

Software relacionado: Alfa (Nemetschek) ArchiFM (Graphisoft) Bentley Facticites (Bentley)



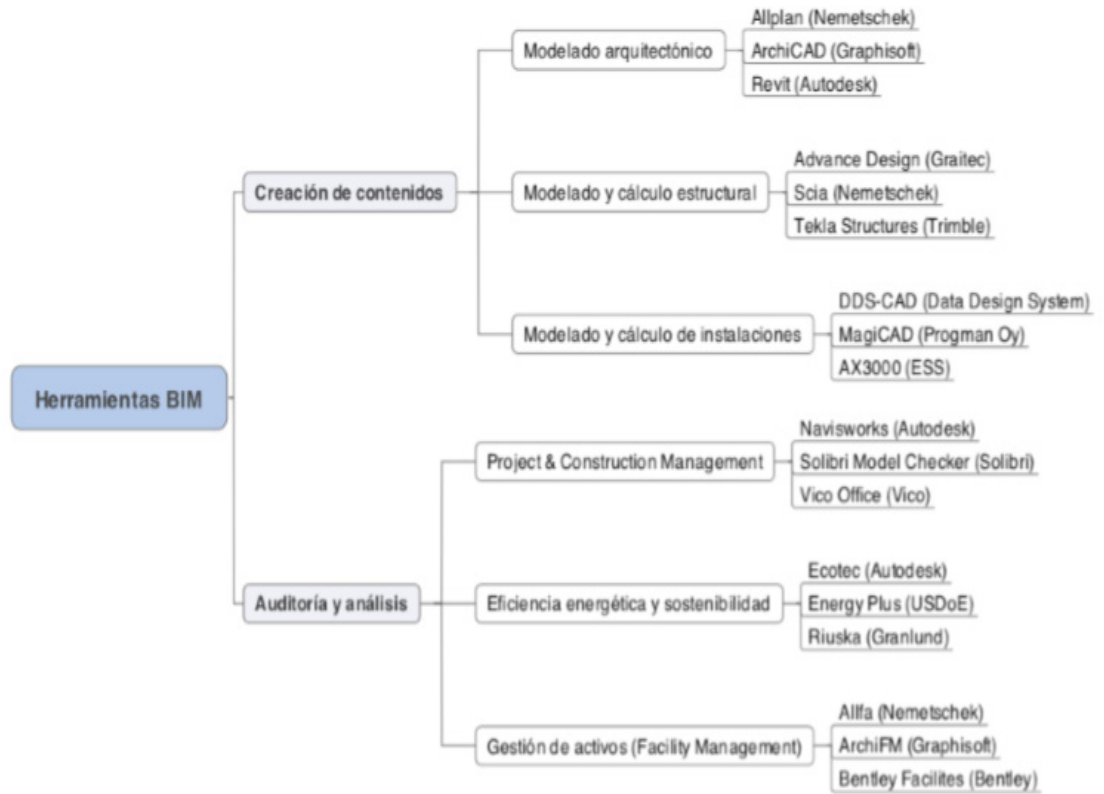


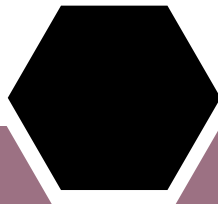
Figura No 12. Clasificación de herramientas BIM (2013)³⁵ también se recomienda ver Anexo 2- Softwares BIM

³⁵ Bouzas-Cavada, M. (2013) *Abramos la caja de herramientas BIM*. EasyBIM. (www) Disponible: <https://manuelbouzas.wordpress.com/2013/10/10/abramos-la-caja-de-herramientas-bim-y-ii/>

C A P Í T U L O

3

MARCO METODOLÓGICO



“El BIM es una metodología que ya ha comenzado a cambiar la manera en la que se ven los edificios, como estos funcionan y la manera en la que los mismos se construyen. Es importante entender porque estamos hablando de nuevos procesos de trabajo o necesidad de los existentes”

Spanish Journal BIM, 2016.

BIM como dimensión tecnología metodológica

El autor Succar Bidal, en su publicación “Building Information Modeling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders”, habla sobre el marco y los alcances que delimitan conocimiento del BIM. Menciona que BIM puede incluir construcciones mentales derivadas de estudios organizacionales, así como sistemas de información y otros estudios complejos que pone de manifiesto la necesidad de un marco de investigación para organizar el conocimiento que requiere una investigación sistemática del dominio BIM.

Existe la necesidad de un marco que posicione al BIM como una “Integración y modelización de procesos” no sólo como conjuntos fragmentados de tecnologías y procesos, sino como una interpretación de procesos industriales de BIM, proporcionando estructuras de investigación especializada. De esta manera, Succar delimita al BIM en tres dimensiones para su conocimiento.

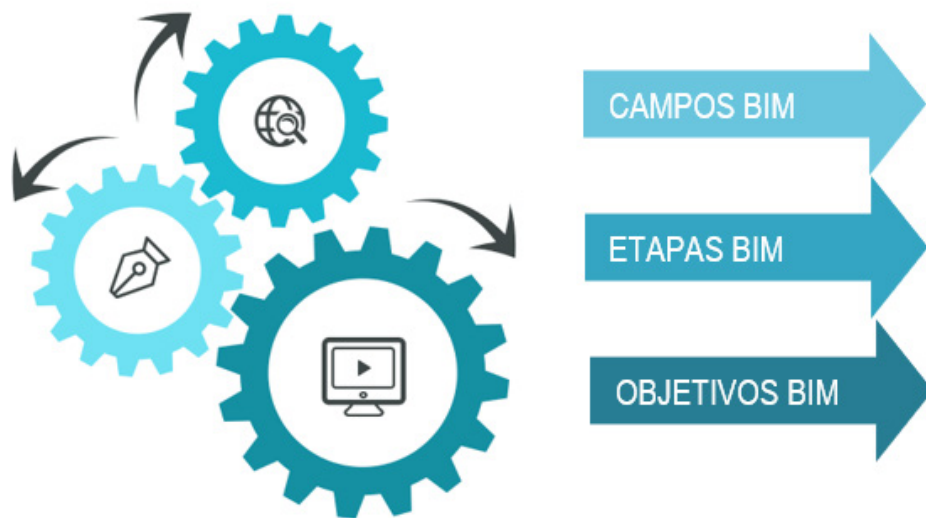


Figura No 13.- Dimensiones del conocimiento BIM (Succar, 2008)³⁶

³⁶ Succar, B. (2008). *Building information modelling framework: A research and delivery foundation for. Automation in Construction*, 19 pp.357-375

Campos BIM, la primera dimensión, es la responsable de identificar los actores (stakeholders: partes interesadas) que participan en el sector y sus entregables, incluye un gran número de actores del sector, propiedad, proyectista, contratistas, constructores. Estos actores a su vez generan un gran número de “entregables del sector” diseños, especificaciones, herramientas, productos de construcción y servicios especializados.

Etapas BIM, la segunda dimensión, habla acerca de la adopción BIM, se trata de identificar los hitos que los actores del sector cubren en su camino hacia las prácticas totalmente integradas, Las Etapas BIM se refieren a la participación de diferentes disciplinas con el fin de garantizar un proceso eficaz y eficiente, es decir, define el estado de adopción de la herramienta.

Objetivos BIM, representan la tercera dimensión del marco y generan su profundidad de la investigación, se define como el análisis a Campos y Etapas para generar “puntos de vista de conocimiento”. Los objetivos permiten una investigación enfocada selectivamente en cualquier aspecto de la industria AECO y así generar vistas de conocimiento que: a) resalten los observables que cumplan con los criterios de investigación o, b) filtren los que no lo hacen. En esencia, todos los puntos de vista del conocimiento son abstracciones derivadas de la aplicación de uno o más objetivos y /o filtros.

El marco puede ser contextualizado para representar las relaciones de colaboración entre BIM de diferentes actores de la industria (por ejemplo: el DRO y el Arquitecto) y así determinar las posibles estrategias de integración en las funciones y tareas emergentes dentro de las organizaciones y equipos.

El marco BIM y su ontología, constituyen una base amplia para la investigación debido a que el desarrollo de nuevas tecnologías creadas o aplicadas a BIM se basa principalmente en el estudio, análisis, y generación de modelos de conocimiento visual que, en esencia, simplifican y aclaran los conceptos BIM.



Es decir, las herramientas BIM están siendo aplicadas en diversos contextos de uso, dado que son usadas por una población con características diferenciadas “en un rango de entornos técnicos, físicos y sociales u organizacionales que pueden afectar su uso” (Ortega, 2017)³⁸.

Debido a estos dos factores: la complejidad de la información que se puede introducir en un modelo BIM y los diversos contextos de uso donde se está utilizando, los requerimientos de sus usuarios se vuelven cada vez más heterogéneos, dificultando el desarrollo de herramientas que pueden satisfacerlos todos. En cambio, las herramientas son desarrolladas para satisfacer las necesidades más estándares y genéricas de la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción. La necesidad de salvar la brecha entre herramientas BIM estándares y necesidades específicas de los usuarios genera oportunidades para la innovación. Esas innovaciones bottom-up tienen el potencial de prevenir la excesiva estandarización formal que puede resultar del uso de herramientas genéricas.

Según (Von Hippel, 2005)³⁹ la innovación por el usuario es la modificación de productos y tecnologías, por parte de sus usuarios, entendiendo a estos últimos como individuos o empresas. Una de las razones principales para la aparición de innovación por el usuario es la asimetría de la información, esto es la diferencia entre el conocimiento de los fabricantes y de los usuarios de un producto.



Figura No. 15.- Esquema que representa el contexto actual de las herramientas CAD.

³⁸ Agustín Sánchez Ortega (2017) *Madurez en torno BIM: Level 0/1/2/3*: (www) Disponibles en <https://www.espaciobim.com/madurez-bim-level-0-1-2-3/>

³⁹ Von Hippel, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge: MIT Press.



El flujo se inicia con (A) la introducción de las herramientas BIM a los usuarios., Luego (B) dentro del grupo de usuarios surge un grupo menor llamado lead users o usuarios líderes, cuyas necesidades están adelantadas al mercado por lo cual tienen a innovar (Von Hippel, 1986). Estos usuarios en algunos casos (C) reciben apoyo directo de los productos de la tecnología, adicional al apoyo directo mencionado. A continuación (D, E) los usuarios líderes desarrollan sus innovaciones en un proceso iterativo de prueba y error que desarrollan en su propia práctica profesional. Finalmente (F) en algunos casos los usuarios líderes distribuyen su innovación de manera gratuita y (G) en otros caso los usuarios líderes se convierten en productores al comercializar sus innovaciones. En línea segmentada se indican los flujos que no están necesariamente presentes en todos los casos.

Análisis de Softwares BIM en la programación visual.

Existe una correlación entre el tipo de distribución de la innovación, el posible nivel de impacto de lo que ésta y la disponibilidad apoyo directo de los fabricantes. Este es el caso de RPS y Dynamo, ambas distribuidas por los creadores como código abierto. Estas han recibido apoyo directo de los fabricantes del software original en la forma de apoyo directo en la programación – desarrolladores de Autodesk han trabajado en el código de las dos herramientas. El apoyo se ha traducido también en difusión en conferencias y blogs.

Actualmente Dynamo, un plug-in para Autodesk Revit y Vasari que añade funcionalidades de programación visual a estos softwares, se distribuye gratuitamente a través de una plataforma online Autodesk (Allen, 1983)⁴⁰. Estos dos casos proponen un cambio drástico en la manera en que la herramienta original se utiliza e intentan facilitar el uso de los kits los usuarios con menor o nulo conocimiento de programación. Podemos inferir una correlación entre el potencial para impactar positivamente el uso y cantidad de usuarios de la tecnología original y la disponibilidad de apoyo por parte de sus fabricantes.

⁴⁰ Allen, R. (1983). *Collective Invention*. Journal of Economic Behavior and Organization, 4, pp.1-24.

Ahora bien, los kits no son suficientemente fáciles de usar, debido a la complejidad de estas herramientas sólo los usuarios con conocimiento avanzado de programación pueden innovar, dejando fuera de este proceso al usuario medio. Esto se observa en el caso de RPS, un plug-in para Revit y Vasari que permite programar lenguaje Python dentro del ambiente BIM. En este caso su creador desarrollo una herramienta para facilitar la programación mejorando las capacidades de la API del programa, dado que incluso para él, un profesional del área de la programación, los kits de herramientas presentaban una excesiva complejidad de uso.

Dynamo trabaja en entorno de programación visual para BIM que amplía las capacidades paramétricas de Revit y Vasari con el entorno de datos y la lógica de un editor gráfico de algoritmos (Weygant)⁴¹. Es un proyecto de código abierto para desarrolladores y diseñadores para involucrarse activamente en la construcción de la herramienta. Dynamo amplía la funcionalidad paramétrica de Autodesk Revit. Pretende ser accesible tanto para no programadores como para programadores por igual, con la capacidad visualizar el comportamiento de la escritura, definir nodos y escritura usando Python.

Las posibilidades que ofrece Dynamo unido con Revit son infinitas, además en innumerables ocasiones facilita y resuelve conflictos que de otra manera serían tediosos o incluso inalcanzables, como por ejemplo crear geometrías complejas, aplicar fórmulas matemáticas para desarrollar envolventes, exportar información, crear y estandarizar procesos. Procesos que pueden aplicar desde una reglamentación de códigos de construcción.

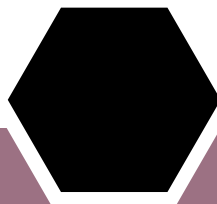
⁴¹ Weygant, Robert S. (2011) *BIM Content Development: standards, strategies, and best practices*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.



C A P Í T U L O

4

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL



“El BIM es una metodología que ya ha comenzado a cambiar la manera en la que se ven los edificios, como estos funcionan y la manera en la que los mismos se construyen. Es importante entender porque estamos hablando de nuevos procesos de trabajo o necesidad de los existentes”

Spanish Journal BIM, 2016.

METODO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El procedimiento experimental principalmente se basa en la incorporación de la norma técnica complementaria para el diseño Arquitectónico en un lenguaje IFC para incorporar una revisión a los modelos de información para la construcción, conocido como la metodología BIM.

Para comenzar se trabajara en dos enfoques: Teórico y Práctico.

Comenzando por el enfoque Teórico, se analizará la información de la NTC para el diseño arquitectónico, se entendera el proceso que requiere la información para ser parte de un CÓdigo IFC; Seguido de esto se realizara un sistema de codificación para guiar esta transformación a un código IFC.

Ahora bien, en el enfoque Práctico, se trabajará directamente en la programación en modelos BIM. con los cuales se apoyo en softwares como Dynamo, y Revit. con los que se puede desarrollar correctamente la representación del modelo de construcción con la información correcta que identifique a su modelo 3d y Dynamo que programa la evaluación del modelo mediante criterios. esos criterios los establece el propio programador.

Es así, que para comenzar con la evaluación de los modelos se necesitan establecer criterios de Calidad y estandarización de modelos BIM. Esto debido a que la implementación BIM en Mexico aún se encuentra en desarrollo, encontraremos diferentes criterios de diseño y de niveles de desarrollo en los modelos de construcción. Por lo que establecer criterios de calidad y desarrollo es la base para esta investigación.

Una vez establecidos los criterios, se procede a la etapa de construcción virtual o programación de la norma a trabajar. en la que directamente se vera reflejado los criterios trabajados en la plataforma de Dynamo.

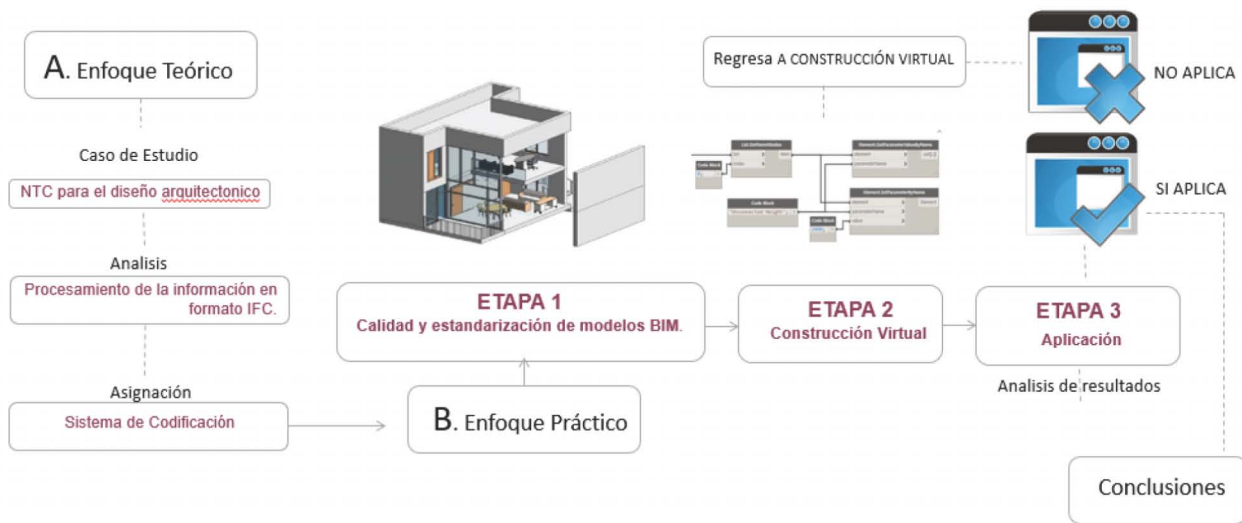


Figura No. 16.- Diagrama de flujo mostrando el Diseño de la fase experimental seguido en la investigación.

A. ENFOQUE TEÓRICO

Caso de estudio: NTC para el diseño arquitectónico

El objetivo principal de las Normas Técnicas Complementarias es fijar requisitos mínimos para el diseño y construcción de todo tipo de edificación con las especificaciones y excepciones que en ellas se indican, para asegurar el buen funcionamiento, accesibilidad, habitabilidad, higiene, servicios, comunicación, evacuación y prevención de emergencias, integración, contexto e imagen urbana y de sus instalaciones.

Normatividad que se encarga de establecer parámetros de diseño, estableciendo, características, dimensiones, materiales, fórmulas, limitaciones, recomendaciones y demás requisitos necesarios, para ejecutar de la forma más adecuada posible y de esta manera crear proyectos viables en todos sus aspectos. Estas normas imponen disposiciones en los siguientes 11 temas:



- NTC PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO.
- NTC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.
- NTC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.
- NTC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MADERA.
- NTC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA.
- NTC PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES.
- NTC PARA DISEÑO POR VIENTO.
- NTC PARA DISEÑO POR SISMO.
- NTC SOBRE CRITERIOS Y ACCIONES PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES.
- NTC PARA PREVISIONES CONTRA INCENDIOS.
- NTC PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE OBRAS E INSTALACIONES HIDRÁULICAS.

Sin embargo, para efectos de esta investigación, se enfocará en el analisis de NTC PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO. La cual de manera general comprende los siguientes apartados:

	CAPÍTULO 1
	GENERALIDADES
1	PERFIL DE LAS FACHADAS A LA VÍA PÚBLICA
1.1	ELEMENTOS QUE SOBRESALEN AL PARAMENTO
1.2	ESTACIONAMIENTOS
	CAPÍTULO 2
	HABITABILIDAD, ACCESIBILIDAD Y FUNCIONAMIENTO
2.1	DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES EN LAS EDIFICACIONES
2.2	ACCESIBILIDAD EN LAS EDIFICACIONES
2.3	ACCESIBILIDAD A ESPACIOS DE USO COMÚN
	CAPÍTULO 3
	HIGIENE, SERVICIOS Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL
3.1	PROVISIÓN MÍNIMA DE AGUA POTABLE
3.2	SERVICIOS SANITARIOS
3.3	DEPÓSITO Y MANEJO DE RESIDUOS
3.4	ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN
3.5	EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES
3.6	LOCALES PARA SERVICIO MÉDICO
	CAPÍTULO 4
	COMUNICACIÓN, EVACUACIÓN Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS
4.1	ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN Y CIRCULACIONES
4.2	RUTAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS DE EMERGENCIA
4.3	VISIBILIDAD
4.4	CONTROL DE RUIDO Y AUDICIÓN
4.5	PREVISIONES CONTRA INCENDIO
4.6	DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
	CAPÍTULO 5
	INTEGRACIÓN AL CONTEXTO E IMAGEN URBANA
	CAPÍTULO 6
	INSTALACIONES
6.1	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS
6.2	INSTALACIONES ELÉCTRICAS
6.3	INSTALACIONES DE COMBUSTIBLES
6.4	INSTALACIONES TELEFÓNICAS, DE VOZ Y DATOS
6.5	INSTALACIONES DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE Y DE EXPULSIÓN DE AIRF

Figura No. 17.- Estructura general de la NTC para el diseño arquitectonico.

En terminos generales Las presentes Normas satisfacen lo dispuesto en la Ley para Personas con Discapacidad en el Distrito Federal en lo que se refiere a las facilidades arquitectónicas correspondientes y establecen las bases para facilitar el Dictamen de Prevención de Incendios a que se refiere la Ley del H. Cuerpo de Bomberos del Distrito Federal, y Señalan la aplicabilidad de otras disposiciones, tales como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX) cuando así procede

Procesamiento de la información en formato IFC.

En esta etapa se analizará la NTC para el diseño arquitectónico, con especial énfasis en la interpretación de su contenido en un formato IFC. Esto debido a la importancia de la estandarización de formatos compatibles con la metodología BIM; para poder colaborar desde diferentes softwares

Las actividades que se llevan a cabo para el procesamiento de la información correspondiente a la Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico se dividieron en dos fases: la evaluación de la información y la de Ejecución. Las actividades sustantivas de ambas fases se presentan en el siguiente diagrama:

Se enlistarán una serie de actividades mediante las cuales se ordenan, almacenan y preparan los archivos con la información captada, asegurando su congruencia con el fin de proceder a su explotación para la presentación de resultados estadísticos⁴¹. Esta separación responde a la conveniencia de que las estrategias, los sistemas informáticos y los procedimientos se definan previamente y se prueben con la anticipación suficiente, de tal manera que su ejecución garantice la calidad de los resultados.

⁴² INEGI. Norma técnica para la generación de estadística básica. (2010). (www). Disponible en: <http://www.snieg.mx/contenidos/espanol/normatividad/tecnica/Norma%20Técnica%20para%20la%20Generación%20de%20Estadística%20Básica.pdf>



Con base en lo anterior, se plantea un sistema de codificación para la NTC del Proyecto Arquitectónico se ha desarrollado una base específica para permitir que los valores sean importados e integrados en un archivo IFC. Lo que permite que la información se clasifique en tres grupos: Observables, Referencia a otra Norma (NOM y NMX), y de Criterio; relacionándolas con su correspondiente clave alfanumérica.

Observable (Y1): Los elementos en un modelo de información serán evaluados con respecto a la norma que se indique y sus resultados serán representados de manera gráfica. Ya sea resaltando en verde los que estén en regla y en rojo lo que no.

Referencia (Y2): En este grupo se englobo las normas que señalan la aplicación de otras disposiciones, tales como las Normas Oficiales Mexicanas, (NOM) y las Normas Mexicanas (NMX).

Criterio (Y3): Existen normas que dan oportunidad a generar una opción de criterio en el diseño. Por lo que no puede generalizarse o realizar un único esquema de evaluación. Estas serán representadas como notas, recordatorios que el DRO, Especialista y/ o Arquitecto deberá tomar en cuenta y generar su propio criterio.

Cada uno de los apartados correspondientes a la NTC, del Proyecto Arquitectónico, serán evaluados y se asignara el código antes descrito.



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
CAPITULO 1: GENNERALIDADES				
1.- PERFIL DE LAS FACHADAS A LA VIA PÚBLICA				
1.1.- ELEMENTOS QUE SOBRESALEN DEL PARAMENTO				
1.1.1.-	Fachadas: Los elementos arquitectónicos que constituyen el perfil de una fachada exterior, tales como pilastras, sardineles, marcos de puertas y ventanas situados a una altura menor de 2.50 m sobre el nivel de banqueta, podrán sobresalir del alineamiento hasta 0.10 m. Estos mismos elementos situados a una altura mayor, podrán sobresalir hasta 0.20 m.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
1.1.2.-	Balcones: Los balcones o volúmenes situados a una altura mayor a 2.50 m podrán sobresalir del alineamiento hasta 1.00 m; cuando la banqueta tenga una anchura menor de 1.50 m los balcones podrán sobresalir del alineamiento hasta un máximo de 0.60 m, pero al igual que todos los elementos arquitectónicos deben justarse a las restricciones sobre distancia a líneas de transmisión que señale la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE, "Instalaciones eléctricas" y a las demás disposiciones aplicables sobre obras e instalaciones eléctricas. Queda prohibida la construcción de balcones y volúmenes sobre las colindancias vecinas. Queda prohibido cerrar o destinar a los balcones y los volúmenes que sobresalen del alineamiento como espacios habitables o complementarios para cualquier uso.	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA
1.1.3.-	Marquesinas: Las marquesinas podrán sobresalir del alineamiento, el ancho de la banqueta disminuido en 1.00 m, pero sin exceder de 1.50 m y no deben usarse como balcón cuando su construcción se proyecte sobre la vía pública. Tampoco se permitirá construir marquesinas sobre los predios vecinos. Todos los elementos de la marquesina deben estar situados a una altura mayor de 2.50 m sobre el nivel de la banqueta.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
1.2.- ESTACIONAMIENTOS				
1.2.1.-	Cajones de estacionamiento. La cantidad de cajones que requiere una edificación estará en función del uso y destino de la misma, así como de las disposiciones que establezcan los Programas de Desarrollo Urbano correspondientes. En la Tabla 1.1 se indica la cantidad mínima de cajones de estacionamiento que corresponden al tipo y rango de las edificaciones.	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione los m2 de construcción con los cajones permitidos en un rango m2, relacionado al uso del edificio. mismo que se establece desde los datos generales del proyecto.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE

TABLA 1.1

USO	RANGO O DESTINO	No. MÍNIMO DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO
HABITACIONAL		
UNIFAMILIAR	Hasta 120 m ²	1 por vivienda
	Más de 120 m ² hasta 250 m ²	2 por vivienda
	Más de 250 m ²	3 por vivienda
PLURIFAMILIAR	Hasta 65 m ²	1 por vivienda
	(SIN Más de 65 m ² hasta 120 m ²)	1.25 por vivienda

Sección de la Tabla 1.1, en donde la regla aplicara con respecto al uso del edificio. aplicando una regla de cociente entre el area construida por los cajones que se indiquen

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
I	Cuando se hace referencia a vivienda o a metros cuadrados construidos, se considera la totalidad de la superficie construida cubierta de todos los niveles, excluyendo únicamente la destinada al estacionamiento, en su caso, las graderías se consideran como superficie construida;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II	La demanda total de cajones de estacionamiento de un inmueble con dos o más usos, será la suma de las demandas de cada uno de ellos. Para el cálculo de la demanda el porcentaje mayor a 0.50 se considera como un cajón;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III	La demanda de cajones de estacionamiento para los usos o destinos indicados en la Tabla, será por local o cuando la suma de locales sea mayor a 80.00m ² ;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV	Las medidas de los cajones de estacionamientos para vehículos serán de 5.00m por 2.40m. Se permitirá hasta el sesenta por ciento de los cajones para automóviles chicos con medidas de 4.20m por 2.20m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	Cuando el estacionamiento sea en "cordón", el espacio para el acomodo de vehículos será de 6.00m por 2.40m. Se aceptarán hasta un sesenta por ciento de los cajones para automóviles chicos con medidas de 4.80m por 2.00m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias;	CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE
VI	Los estacionamientos públicos y privados deben destinar un cajón con dimensiones de 3.80m por 5.00m de cada veinticinco o fracción a partir de doce, para uso exclusivo de personas con discapacidad. Cuando existan dos cajones juntos para uso exclusivo de personas con discapacidad se puede resolver en pares con dimensiones de cada cajón de 2.40m por 5.00m y una franja peatonal entre los dos cajones y en sentido longitudinal a ellos que deberá medir mínimo 1.40m por 5.00m siempre y cuando, dichos cajones se encuentren perpendiculares a la circulación vial. Dichos cajones deben cumplir con las siguientes condiciones: a) El pavimento debe ser firme, de materiales lisos y antiderrapantes. Evitar el uso de adoquines huecos tipo "adopasto"; b) Estar ubicados lo más cerca posible del acceso a la edificación o zona de elevadores; c) Adyacentes a una ruta accesible que se dirija hacia el acceso a la edificación. Cuando la ruta, cruce el arroyo vehicular debe estar marcada con franjas peatonales diagonales de color contrastante con el pavimento; d) Debe estar señalado con el símbolo internacional de accesibilidad en el pavimento con una altura de 1.60m y al centro del cajón; e) Contar con un letrero vertical con dimensiones mínimas de 0.30 por 0.45m a una altura de 1.70m sobre el pavimento al centro del símbolo internacional de accesibilidad. Debe estar colocado de forma que sea visible a los conductores, pero	CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE

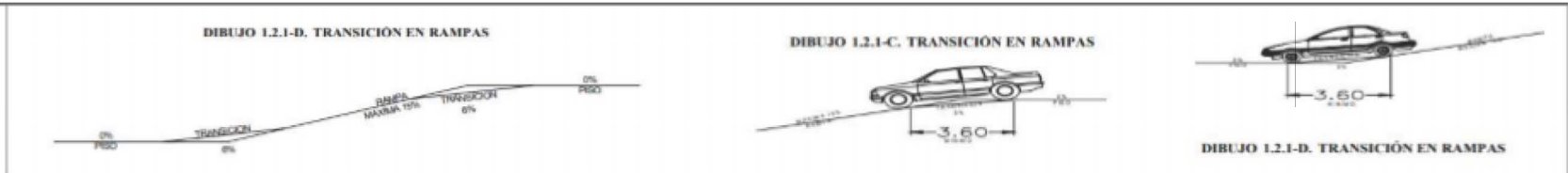


NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
VII	El ancho mínimo de los cajones para camiones y autobuses será de 3.50m para estacionamiento en batería o de 3.00m en cordón; la longitud del cajón debe ser resultado de un análisis del tipo de vehículos dominantes;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VIII	En los estacionamientos públicos o privados que no sean de autoservicio, podrán permitirse que los espacios se dispongan de tal manera que para sacar un vehículo se mueva un máximo de dos;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una	La evaluación es considerada: CRITERIO
IX	No se permiten cajones de estacionamiento en rampas con pendiente mayor al 8%. En caso de cajones de estacionamiento exclusivos para personas con discapacidad, la pendiente máxima es del 4%;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione el porcentaje de inclinación permitido.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
X	La demanda de cajones de estacionamiento de usos no establecidos en la Tabla serán homologados por el Director Responsable de Obra, quien debe incluir en la Memoria Descriptiva su justificación;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XI	Las edificaciones que requieran de estudio de impacto urbano, se sujetarán al dictamen emitido por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, de acuerdo al procedimiento establecido en el Reglamento de la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal;	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA
XII	Las edificaciones existentes que pretendan cambiar el uso o destino y que no cumplan con la totalidad de los cajones de estacionamiento dentro de sus predios, podrán usar para tal efecto otros predios, siempre y cuando no se encuentren a una distancia mayor de 300.00m y no se atraviesen carriles confinados y demuestren a la Administración que cuentan con los cajones necesarios para cubrir la demanda total de estacionamiento; en ambos casos se deben colocar letreros señalando la ubicación del estacionamiento y la edificación a la que dan servicio;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XIII	En los inmuebles y zonas declarados monumentos históricos o artísticos por el Instituto Nacional de Antropología e Historia o por el Instituto Nacional de Bellas Artes, se eximirá a juicio de la Administración, una parte o la totalidad de los cajones de estacionamiento;	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
XIV	La altura libre mínima en la entrada y dentro de los estacionamientos, incluyendo pasillos de circulación, áreas de espera, cajones y rampas, será no menor de 2.20m;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan:	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
XV.	Las edificaciones destinadas a agencias del ministerio público, tribunales y juzgados, deben proporcionar un área adicional para vehículos siniestrados;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XVI	Los locales comerciales a partir de 240.00 m2 , las tiendas de autoservicio y departamentales, los centros comerciales y los mercados contarán con una zona de maniobra de carga y descarga de 1.00 m2 por cada 40.00 m2 de construcción de bodegas y/o frigoríficos, cuya superficie mínima será de 15.00 m2 ;	CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE
XVII	En las edificaciones destinadas a talleres automotrices, llanteras y similares, no se considerará el área de reparación como espacio de estacionamiento;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XVIII	Las edificaciones destinadas a la educación, excepto las guarderías, y jardines para niños, deben tener área de estacionamiento exclusiva para transporte escolar;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XIX	En los edificios de servicio de salud y asistencia (hospitales, clínicas, centros de salud o sanatorios), cumplirán adicionalmente con las siguientes disposiciones: a) El servicio de urgencias debe estar provisto de un espacio independiente para ambulancias; b) Las edificaciones mayores a 1,000.00m2 deben contar con un estacionamiento independiente para vehículos de transporte de desechos sólidos; y c) A partir de 200 camas deben contar con un helipuerto de emergencia, adicionalmente, estas edificaciones deben tener un acceso libre para vehículos desde la vía pública en el que se puedan dejar y recoger usuarios de emergencia.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XX.	Para cubrir la demanda de cajones de estacionamiento requerida y resolver adecuadamente las circulaciones, se podrán utilizar equipos mecánicos en interiores y exteriores como plataformas giratorias, eleva-autos para un auto, así como elevadores para autos (montacargas) en lugar de las rampas. El Director Responsable de Obra debe incluir en la Memoria Descriptiva su justificación y las dimensiones de los equipos y de los espacios correspondientes;	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA



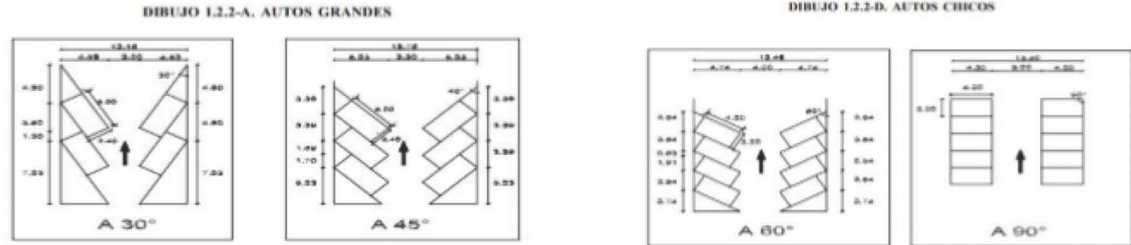
NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>XXI. Las circulaciones verticales para los usuarios y para el personal de los estacionamientos públicos deben estar separadas entre sí y de las destinadas a los vehículos; deben ubicarse en lugares independientes de la zona de recepción y entrega de vehículos y deben cumplir con lo dispuesto para escaleras en estas Normas;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>XXII. Las circulaciones para vehículos en estacionamientos públicos deben estar separadas de las destinadas a los peatones;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>XXIII. Los estacionamientos públicos deben tener carriles separados debidamente señalados para la entrada y salida de los vehículos, con una anchura mínima de 2.50m cada uno, en el caso de circular autobuses o camiones éstos deben tener una anchura mínima de 3.50m; en los estacionamientos privados de hasta 60 cajones, se admite que tengan un solo carril de entrada y salida;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>XXIV. Los estacionamientos públicos tendrán áreas de espera techadas para la entrega y recepción de vehículos ubicadas a cada lado de los carriles a que se refiere la fracción anterior, con una longitud mínima de 4.50m, una anchura no menor de 1.20m y el piso terminado estará elevado por lo menos 0.15m sobre la superficie de rodamiento de los vehículos;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>XXV. Los estacionamientos públicos tendrán una caseta de control anexa a las áreas de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50m del alineamiento y con una superficie mínima de 1.00m² ;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>XXVI. Las rampas para los vehículos tendrán una pendiente máxima de 15%;</p>	<p>CUANTITATIVA (Y1)</p>	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione el porcentaje de inclinación permitido.</p>	<p>La evaluación es considerada: OBSERVABLE</p>
<p>XXVII. Las rampas de los estacionamientos tendrán una anchura mínima en rectas de 2.50m y en curvas de 3.50m, el radio mínimo en curvas medido al eje de la rampa será de 7.50m. Las rampas con pendientes superiores al 12%, al inicio y al término de la pendiente donde los planos de cada piso se cruzan con el piso de la rampa, deben tener una zona de transición con una pendiente intermedia del 6% en un tramo horizontal de 3.60 m de longitud (ver Dibujos 1.2.1-C y 1.2.1-D);</p>	<p>CUANTITATIVA (Y1)</p>	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione el porcentaje de inclinación permitido.</p>	<p>La evaluación es considerada: OBSERVABLE</p>



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
XXVIII En los estacionamientos deben existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XXIX Las rampas estarán delimitadas por una guarnición con una altura de 0.15m y una banqueta de protección con una anchura mínima de 0.30m en rectas y de 0.50m en curva; en este último caso, debe existir un pretil de 0.60m de altura por lo menos;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XXX Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deben tener una banqueta de 0.15m de altura y 0.30m de anchura, con los ángulos redondeados;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XXXI. Las rampas en los estacionamientos no deben sobresalir del alineamiento;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XXXII Todos los estacionamientos públicos deben tener servicios sanitarios de acuerdo a la Tabla 3.2 correspondiente de esta Norma;	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA
XXXIII. Los predios que se ubiquen en esquina deben tener la entrada y salida para vehículos sobre la calle de menor flujo vehicular y quedar lo más alejado posible de la esquina; la entrada debe estar antes de la salida según el sentido del tránsito de la calle; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XXXIV En los estacionamientos, excepto los destinados a vivienda, se debe colocar señalamiento horizontal y vertical relativo a los sentidos de la circulación vehicular y de información al peatón.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
1.2.2.- Ancho de los pasillos de circulación. En los estacionamientos se debe dejar pasillos para la circulación de los vehículos de conformidad con lo establecido en la Tabla 1.2 (ver Dibujos 1.2.2-A al 1.2.2-D).	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione el porcentaje de inclinación permitido.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA **VARIABLE** **OBSERVACIONES** **NOTAS**



CAPITULO 2: HABITABILIDAD, ACCESIBILIDAD Y FUNCIONAMIENTO.

2.1.- DIMENSIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LOCALES EN LAS EDIFICACIONES

La altura máxima de entrepiso en las edificaciones será de 3.60m, excepto los casos que se señalen en la Tabla 2.1 y en los estacionamientos que incorporen eleva-autos. En caso de exceder esta altura se tomará como equivalente a dos niveles construidos para efectos de la clasificación de usos y destinos y para la dotación de elevadores. Las dimensiones y características mínimas con que deben contar los locales en las edificaciones según su uso o destino, se determinan conforme a los parámetros que se establecen en la siguiente tabla.

CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO Y OBSERVABLE**

TABLA 2.1

TIPO DE EDIFICACIÓN	LOCAL	Área mínima En m ² o indicador mínimo	Lado mínimo (En metros)	Altura mínima (En metros)	Obs.
HABITACIONAL VIVIENDA UNIFAMILIAR VIVIENDA PLURIFAMILIAR	Recámara principal	7.00	2.40	2.30	
	Recámaras adicionales, alcoba, cuarto de servicio y otros espacios habitables	6.00	2.20	2.30	
	Sala o estancia	7.30	2.60	2.30	
	Comedor	6.30	2.40	2.30	
	Sala-comedor	13.00	2.60	2.30	
	Cocina	3.00	1.50	2.30	
	Cocineta integrada a estancia o a comedor	-	2.00	2.30	(a)
	Cuarto de lavado	1.68	1.40	2.10	
	Baños y sanitarios	-	-	2.10	(b)
	Estancia o espacio único habitable	25.00	2.60	2.30	

Sección de la Tabla 2.1, en donde la regla aplicara con respecto al TIPO DE EDIFICACIÓN y EL ESPACIO ARQUITECTONICO aplicando una regla de cociente entre el area construida por el área minima del local

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 2.1

- I En comedores de uso público, restaurantes, y bares así como comedores para empleados, en donde existan mesas, se destinará una por cada 10 ó al menos dos mesas, lo que sea mayor para el uso de personas con discapacidad; adyacentes a una ruta accesible
- II En lugares de uso público donde se proporcione atención, información, recepción de pagos o similares, se contará al menos con un módulo o taquilla, con un espacio libre inferior de 0.40m de profundidad por 0.70m de altura y una altura a la cubierta superior de máximo 0.80m para uso de personas en silla de ruedas, niños y personas de talla baja la cual estará adyacente a una ruta accesible desde la vía pública y estacionamiento:

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

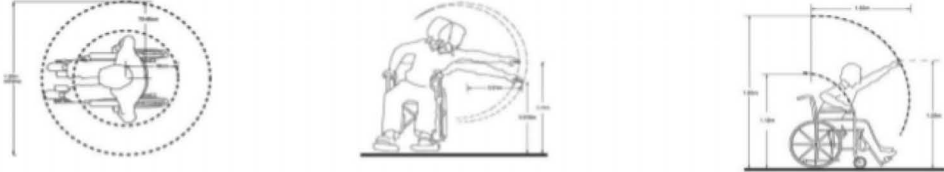
CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>III En los pasillos entre asientos (sillas, butacas o gradas) deben destinarse dos espacios por cada cien asistentes o fracción, a partir de sesenta, para uso exclusivo de personas en silla de ruedas y cumplir las siguientes características: a) Cada espacio medirá 0.80m de frente y 1.30m de longitud, libre de butacas fijas. Se pueden colocar asientos removibles o abatibles en dicho espacio para que pueda ser utilizado en caso de que no asistan personas en silla de ruedas; b) El piso debe ser horizontal, antiderrapante, no invadir las circulaciones y estar adyacente a una ruta accesible conectada con los accesos o las salidas; c) Los espacios ubicados junto a un cambio de nivel deben contar con una protección a mínimo 0.05m de altura; d) Si se colocan pasamanos o barandales, no deben interferir con la línea de visión; e) Deben estar señalizados en el piso con el símbolo internacional de accesibilidad; f) Se debe proporcionar al menos un asiento para acompañante junto al espacio para silla de ruedas. Estos asientos deben ser equivalentes en tamaño, calidad, confort y amenidades a los demás asientos. La ubicación del asiento para acompañantes no debe interrumpir el acceso al espacio sobre silla de ruedas desde la ruta accesible; y g) Los espacios para silla de ruedas pueden agruparse en pares. Cuando la capacidad de la edificación es mayor a 300 espectadores se proporcionará más de una ubicación para dichos espacios. Los espacios para silla de ruedas deben formar parte integral de la planeación, y evitar ser relegados al frente y a la parte trasera de toda el área de asientos.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>IV Las literales que aparecen en la columna de observaciones indican lo siguiente: a) La dimensión de lado se refiere a la longitud de la cocheta; b) Las dimensiones libres mínimas para los espacios de los muebles sanitarios, se establecen en la Tabla 3.3 de estas Normas; c) Se incluyen privados, salas de reunión, áreas de apoyo y circulaciones internas entre las áreas amuebladas para el trabajo de oficina; d) El factor de cálculo en m^3, permitirá dimensionar el espacio mínimo necesario considerando indistintamente, personas en camas, catres o literas; e) El factor de cálculo considera comedores en mesas. Serán aceptables los factores de cálculo menores en casos de comedores en barras, o de pié, cuando el proyecto identifique y nombre los lugares respectivos; f) El factor de cálculo en m^2/persona, incluye áreas de concurrentes sentados, espacios de culto tales como altares y circulaciones dentro de las áreas de culto, sin incluir presbiterio, coro, santuarios o altares laterales; g) Determinada la capacidad del templo, o centro de entretenimiento, aplicando el factor de cálculo de m^2/persona, la altura promedio se determinará aplicando el factor de cálculo de m^3/persona, sin perjuicio de observar la altura mínima aceptable; h) El factor de cálculo de m^2/persona, incluye áreas de escena o representación, áreas de espectadores sentados, y circulaciones dentro de las salas; i) El factor de cálculo se refiere a la concentración máxima simultánea de visitantes y personal previsto, e incluye áreas</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>2.2.- ACCESIBILIDAD EN LAS EDIFICACIONES</p>			
<p>Las características de accesibilidad para personas con discapacidad se establecen en los apartados de estacionamientos en el Capítulo 1, habitabilidad, accesibilidad y funcionamiento, en el Capítulo 2, servicios sanitarios en el Capítulo 3 y comunicación, evacuación y prevención de emergencias en el Capítulo 4</p>	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
<p>2.2.1.- ACCESIBILIDAD A LOS SERVICIOS EN EDIFICIOS DE ATENCIÓN AL PÚBLICO</p>			



NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>Los edificios de atención al público, deben garantizar que las personas con discapacidad puedan acceder mediante una ruta accesible, utilizando los mismos servicios que las otras personas ya sean visitantes o empleados del inmueble considerando las medidas antropométricas indicadas en los Dibujos 2.2.1-A al 2.2.1-G.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>DIBUJO 2.2.1-A. PERSONA EN SILLA DE RUEDAS - PLANTA DIBUJO 2.2.1-B. PERSONA EN SILLA DE RUEDAS - VISTA FRONTAL DIBUJO 2.2.1-C. PERSONA EN SILLA DE RUEDAS - VISTA LATERAL.</p> 			
<p>Las características de accesibilidad para personas con discapacidad, deben considerar los siguientes requisitos mínimos: a) Acceso: llegar por lo menos a una entrada accesible de la o las edificaciones, desde el alineamiento del inmueble y el área de estacionamiento accesible; b) Ruta o rutas accesibles dentro del inmueble, a las diferentes edificaciones en un conjunto, a los diferentes niveles y a las áreas que se requieran; c) Sanitarios accesibles; d) Espacios accesibles: para las personas sobre silla de ruedas en lugares donde existan posiciones para espectadores y áreas de estar; e) Señalización visual, auditiva y táctil para la movilidad interna, según numeral 4.2; f) Pavimento táctil de advertencia y de dirección según numeral 2.3.7. Se indicará la ruta accesible para personas con discapacidad visual con pavimento táctil como mínimo hasta el primer punto de comunicación del edificio (módulo de atención, personal, etc.) o información interactiva, según numeral 2.3.7 de pavimento táctil; y g) Cuando no es requisito contar con dispositivos mecánicos de circulación vertical, deberá ser accesible la planta que comunique la edificación con la vía pública. En el diseño y construcción de los elementos de comunicación en los edificios destinados al sector salud, se debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-233-SSA1, "Que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito, uso y permanencia de las personas con discapacidad en establecimientos de atención médica ambulatoria y hospitalaria del Sistema Nacional de Salud".</p>	<p>CUALITATIVA (Y3) (Y2)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA</p>
<p>2.2.2.- ACCESIBILIDAD A INMUEBLES HABITACIONALES</p>			
<p>En el diseño y construcción de los elementos de comunicación en las edificaciones con uso habitacional salvo los inmuebles de interés social y/o popular en donde no se requieran elevadores, será accesible la planta que comunique la edificación con la vía pública y en su caso hasta el acceso al elevador.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>2.3.- ACCESIBILIDAD A ESPACIOS DE USO COMÚN</p>			
<p>2.3.1.- VÍA PÚBLICA, ESPACIOS ABIERTOS, ÁREAS VERDES, PARQUES Y JARDINES</p>			

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>El proyecto, las obras y los permisos para la utilización en la vía pública, en los espacios abiertos, en las áreas verdes, parques y jardines o en los exteriores de conjuntos habitacionales deben satisfacer lo siguiente: a) Las obras o trabajos que se realicen en guarniciones y banquetas no deben obstaculizar la libre circulación de las personas, en condiciones de seguridad; b) Los permisos en vía pública no deben, impedir el paso a las personas con discapacidad; c) Las rampas en banquetas no deben constituir un riesgo para estas personas; y d) Tanto postes como el mobiliario urbano y los puestos fijos y semi-fijos deben ubicarse en la banqueta, de manera que no se impida el libre uso de la misma a las personas con discapacidad.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
2.3.2 CIRCULACION PEATONAL EN ESPACIOS EXTERIORES			
<p>La circulación debe cumplir con lo siguiente: a) Rutas accesibles que garanticen el desplazamiento continuo sin barreras para la movilización horizontal o vertical a las personas con discapacidad; b) En el caso de que existan construcciones o entornos urbanos con una sola ruta, ésta será la accesible; c) Las rutas pueden ser cubiertas como no cubiertas; d) Una ruta accesible puede ser un corredor, pasillo o andador, puertas y vanos; o bien una serie interconectada de los mismos y contar con rampas o dispositivos mecánicos accesibles para salvar las diferencias de cota vertical; e) La pendiente máxima para la circulación horizontal es de 4% y un ancho mínimo de 1.20m, libre de cualquier obstáculo hasta una altura mínima de 2.20m; f) La superficie del piso debe ser firme; de materiales lisos y antiderrapantes; g) Los desniveles menores a 2cm deben salvarse con un chafán; h) Los desniveles hasta de 0.30m y pendiente menor o igual al 4% pueden ser salvados con rampas sin pasamanos. Los demás casos deben ser considerados rampas, de acuerdo a lo indicado en el apartado de rampas de esta Norma; i) Debe estar señalizada con el símbolo internacional de accesibilidad, siempre y cuando no sea la ruta natural de desplazamiento de todas las personas; y j) Deben contar con pavimentos táctiles, según el numeral 2.3.7.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
2.3.3 ÁREAS DE DESCANSO Cuando así lo prevea el proyecto urbano, éstas se podrán localizar adyacentes a una ruta accesible junto a los andadores de las plazas, parques y jardines con una separación máxima de 30.00m y en banquetas o camellones, cuando el ancho lo permita, en la proximidad de cruceiros o de áreas de espera de transporte público; se ubicarán fuera de la circulación peatonal, pero lo suficientemente cerca para ser identificadas por los peatones.	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
2.3.4.- BANQUETAS Se reservará en ellas un ancho mínimo de 1.20m sin obstáculos para el libre y continuo desplazamiento de peatones. En esta área no se ubicarán puestos fijos o semi-fijos para vendedores ambulantes ni mobiliario urbano. Cuando existan desniveles para las entradas de autos, se resolverán con rampas laterales en ambos sentidos.	CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE
2.3.5.- Camellones Los camellones de ancho mayor a 2.00m deben tener pavimentos táctiles de advertencia en los extremos en el borde con el arroyo, de 0.30m por todo el ancho del cruce peatonal pero no menor de 1.20m. En los camellones de ancho menor a 2.00m, el corte del camellón debe de estar a nivel del arroyo y tener el mismo ancho que el cruce peatonal, pero no menor de 1.20m. Debe contar con pavimentos táctiles de advertencia, tal como lo indica el Dibujo 2.3.5-B.	CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>2.3.6.- Cruce Peatonal entre banquetas. Se garantizará rutas accesibles en los puntos de cruce peatonal entre banquetas incluyendo el arroyo vehicular, pasos subterráneos y elevados; existiendo varias soluciones que pueden abarcar rampas o cruces a nivel de banqueta. Las rampas se colocarán a lo largo de las rutas accesibles y deben coincidir con las franjas reservadas en el arroyo para el cruce de peatones con un ancho igual al de la banqueta en su sentido transversal pero no menor a 1.20m. Tendrán una pendiente máxima del 8% para peraltes hasta de 0.18m así como pavimentos táctiles, según lo indicado en el numeral 2.3.7. Las rampas en banqueta ubicadas en ambos lados de la calle, deben estar alineadas en línea recta con respecto a la rampa opuesta y el cruce debe estar sin barreras.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>Adicionalmente deben cumplir con lo siguiente: I. La superficie de la rampa debe ser antiderrapante; II. Los laterales de las rampas deben ser alabeados, de forma que los peatones puedan atravesar la rampa sin encontrar el obstáculo de un borde; III. Cuando una rampa se encuentra entre mobiliario urbano, postes u otro tipo de obstáculo, no es necesario alabear sus bordes; IV. Los lados alabeados de una rampa deben estar localizados fuera de las líneas de cruce peatonal; V. Las rampas en banqueta y los lados alabeados deben estar ubicados de forma que no se proyecten hacia los carriles vehiculares, espacios de estacionamiento, pasillos de acceso al estacionamiento; VI. Las rampas en banqueta no requieren pasamanos; VII. Las rampas en banqueta deben estar libres de cualquier obstrucción como postes y/o señalamientos, mobiliario urbano y objetos similares; VIII. Cuando así lo permita la geometría del lugar, estas rampas se resolverán mediante alabeo de las banquetas hasta reducir la guarnición al nivel del arroyo; IX. Las guarniciones que se interrumpen por la rampa, se rematarán con bordes boleados con un radio mínimo de 0.25m en planta; las aristas de los bordes laterales de las rampas secundarias deben ser boleadas con un radio mínimo de 0.05m; X. No se ubicarán rampas cuando existan registros, bocas de tormenta o coladeras o cuando el paso de peatones esté prohibido en el cruce; XI. Las rampas deben señalizarse con una franja color amarillo de 0.10m en todo su perímetro; XII. Se permiten rampas con abanico en las esquinas de las calles</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>2.3.7.- Pavimento táctil. Los pavimentos táctiles deben ser de color contrastante, pueden estar integrados al acabado del piso, ser un elemento tipo loseta o sobrepuestos. Se dividen en dos: indicador de advertencia y guía de dirección, se colocarán de acuerdo a lo siguiente: I. El pavimento de advertencia se utiliza para indicar: zona de alerta o peligro, aproximación a un objeto u obstáculo, cambio de dirección, cambio de nivel y fin de recorrido. Se compone de patrones de conos truncados con las siguientes especificaciones: H = altura del cono 5mm</p>	<p>CUALITATIVA (Y3) Y CUANTITATIVA (Y1)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO Y OBSERVABLE</p>
<p>2.3.8.- Teléfonos públicos. En áreas de teléfonos públicos cuando menos un teléfono debe permitir que el área de accionamiento superior se encuentre a una altura de 1.20m.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>2.3.9.- Pasamanos y barandales. Los pasamanos deben ser redondos u ovalados. Pueden ser de cualquier material que resista el uso y la presión que se ejercerá sobre ellos, siendo los metálicos los más recomendables. Deben tener un color contrastante con su entorno inmediato. El diámetro debe ser de mínimo 3cm y máximo de 4cm. Los pasamanos se colocarán a una altura de 0.90m. En ocupaciones educativas, guarderías, sanitarias y de reuniones públicas, se contará con dos pasamanos, en escaleras y rampas, uno superior a una altura de 0.90m y el inferior a 0.75m del nivel de piso. La separación del pasamano respecto al paramento o cualquier elemento debe ser mínimo de 4cm en el plano horizontal y mínimo 10cm en el vertical. Los pasamanos deben estar libres de elementos que obstruyan la sujeción para que una persona pueda deslizar su mano a todo lo largo continuamente. Los pasamanos en escaleras y rampas deben ser continuos entre los tramos, abarcando descansos y cambios de dirección. Las terminaciones de los pasamanos deben ser redondeadas o doblarse hacia el piso o la pared. Los pasamanos deben extenderse horizontalmente mínimo 0.30m a una altura de 0.90m, más allá de los límites de la escalera o rampa. La extensión de los pasamanos en el sentido descendente deberá coincidir el cambio de nivel del escalón o rampa con el cambio de dirección del pasamano. Los barandales en escaleras, rampas o adyacentes a un espacio abierto deben ser diseñados de manera que impidan el paso de una esfera de 0.10m de diámetro por ellos, exceptuando en ocupaciones industriales y de almacenamiento donde se permitirá una distancia máxima entre las barras intermedias de 0.50m. Los vidrios y cristales en guardas y pasamanos, incluyendo la soportería cuando es de cristal, debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI, "Productos de vidrio - Vidrio de seguridad usado en la construcción - Especificaciones y métodos de prueba".</p>	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia textual que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. Además se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: CRITERIO y de REFERENCIA
<p>2.3.10.- Elementos que sobresalen. Cualquier objeto que sobresalga de los paramentos más de 0.10m, su base debe empezar a 0.60m o menos del piso y no debe reducir el ancho mínimo reglamentario del pasillo. Si sobresale menos de 0.10m, no importará la altura de la base del objeto. En caso de que exceda estas medidas se instalará pavimento táctil de advertencia, rotecciones laterales o cualquier otro elemento que permita su detección con el pie o bastón blanco, debajo del objeto.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>2.3.11.- Pavimentos en rampas. Todos los pavimentos, tanto interiores como exteriores, deben tener una superficie firme, plana y antiderrapante.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>2.3.12.- Alfombras en rampas Deben ser de un espesor máximo, considerando el bajo-alfombra, de 1.3cm. El tejido debe ser bajo, firme y nivelado. Deben estar fijadas adecuadamente. Los bordes expuestos deben tener ribetes los cuales deben ser achafanados.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

CAPITULO 3: HIGIENE, SERVICIOS Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL

3.1.- Provisión mínima de agua potable La provisión de agua potable en las edificaciones no será inferior a la establecida en la Tabla 3.1

TIPO DE EDIFICACIÓN	DOTACION MÍNIMA (En litros)
HABITACIONAL	150 L/hab.día
COMERCIAL	

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**



NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
Abasto y almacenamiento			
Mercados públicos	100 L/trabajaor/día		
Locales comerciales en general	6 L/m ² /día		
Baños públicos	300 L/bañista/día		
Servicios sanitarios públicos	300 L/mueble/día		
Lavanderías	40 L/kg Ropa seca		
Agencias y talleres	100 L/trabajador/día		
SERVICIOS			
Administración	50 L/persona/día		
Oficinas de cualquier tipo	100 L/trabajador/día		
Otros servicios			

Sección de la Tabla 3.1, en donde la regla en donde establezca que la dotación mínima de agua esta directamente relacionada con el tipo de edificio.

3.2.- SERVICIOS SANITARIOS

3.2.1.- **Muebles Sanitarios.** El número de muebles sanitarios que deben tener las diferentes edificaciones no será menor al indicado en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2

TIPOLOGÍA	MAGNITUD	ESCUSADOS	LAVABOS	REGADERAS
COMERCIAL				
Todo tipo de comercios y bodegas	Hasta 25 empleados	2	2	0
	De 26 a 50	3	2	0
	De 51 a 75	4	2	0
	De 76 a 100	5	3	0
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	0
Bodegas y almacenes mayores a 200m ² donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto de riesgo	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 25 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción	3	3	3
Otras bodegas y almacenes mayores a 300 m ²	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 25 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2

CUANTITATIVA (Y1)

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. Que relacione los m2 de construcción con los cajones permitidos en un rango m2, relacionado al uso del edificio. mismo que se establece desde los datos generales del proyecto.

Sección de la Tabla 3.2, en donde la regla se establezca en relación a la tipología del edificio y la relación aproximada de áreas habitables con un mínimo de usuarios.

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 3.2

I.	En lugares de uso público, en los sanitarios para hombres, donde sea obligatorio el uso de mingitorios, se colocará al menos uno a partir de cinco, con barras de apoyo verticales a ambos lados colocados a máximo 0.38m del centro del mueble con una longitud mínima de 0.90m colocadas a partir de 0.60m de altura del nivel del piso;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II.	Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, contarán con bebederos o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso; se instalará por lo menos uno en cada nivel con una altura máxima de 0.78m a la salida del agua para su uso por personas sobre silla de ruedas, niños y personas de talla baja;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III.	En instalaciones deportivas, baños públicos, tiendas y almacenes de ropa, debe existir por lo menos un vestidor o probador para personas con discapacidad, con acceso libre de obstáculos y fácilmente identificable con el símbolo internacional de accesibilidad, de mínimo 1.70m x 1.80m. La puerta debe abatir hacia el exterior y cumplir con el numeral 4.1.1 de puertas;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV.	Los baños públicos y centros deportivos deben contar, además, con un vestidor, un casillero o canastilla por cada regadera;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
V.	En baños de vapor o aire caliente, se tendrá que colocar adicionalmente regadera de agua caliente, fría y una de presión;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Los escusados, lavabos, regaderas a los que se refiere la Tabla 3.2, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio numérico de un género entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equivalente, señalándolo así en el proyecto;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VII.	Los sanitarios se ubicarán de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50m para acceder a ellos;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VIII	En los casos de sanitarios para hombre, donde existan dos escusados se debe agregar un mingitorio; a partir de locales con tres escusados podrá sustituirse uno de ellos. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de escusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IX	En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por venenos, materiales irritantes o infecciosos, se colocará por lo menos un lavabo y una regadera adicional por cada diez personas y, en su caso, se debe cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS, "Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo"; y	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
X	El Director Responsable de Obra debe fundamentar expresamente la cantidad de muebles sanitarios, consignando su razonamiento en la Memoria Descriptiva a que se refiere el Título III del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en su caso, debe contar con la aprobación del Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico.	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
3.2.2-	Dimensiones mínimas de los espacios para muebles sanitarios. Las dimensiones que deben tener los espacios que alojan a los muebles o accesorios sanitarios en las edificaciones no deben ser inferiores a las establecidas en la Tabla 3.3.	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE

TABLA 3.3

LOCAL	MUEBLE O ACCESORIO	ANCHO	FONDO
		(en m)	(en m)
Local doméstico y baños en cuartos de hotel	Escusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.80	0.80
Baños públicos	Escusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20
	Escusado para personas con discapacidad	1.20	1.20
	Lavabo para persona con discapacidad	0.75	0.90
	Mingitorio para personas con discapacidad	0.90	0.40
	Escusado y lavabo para personas con discapacidad	1.20	1.20
Sanitario familiar	Escusado y lavabo para personas con discapacidad y sanitarios para infantes	1.80	1.20

Sección de la Tabla 3.2, en donde la regla se establezca en relación a la tipología del edificio y la relación aproximada de áreas habitables con un mínimo de usuarios.



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
3.3 DEPÓSITO Y MANEJO DE RESIDUOS			
<p>3.3.1- Residuos Sólidos. Las edificaciones contarán con uno o varios locales ventilados y a prueba de roedores para almacenar temporalmente bolsas o recipientes para basura, de acuerdo a los indicadores mínimos únicamente en los siguientes casos: I. Vivienda plurifamiliar con más de 50 unidades a razón de 40L/habitante; y II. Otros usos no habitacionales con más de 500m², sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01m² /m² construido. Adicionalmente, en las edificaciones antes especificadas se deben clasificar los desechos sólidos en tres grupos: residuos orgánicos, reciclables y otros desechos. Cada uno de estos grupos debe estar contenido en celdas o recipientes independientes de fácil manejo, y los que contengan desechos orgánicos deben estar provistos con tapa basculante o algún mecanismo equivalente que los mantenga cerrados.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>3.3.2- Residuos Sólidos Peligrosos. Los espacios y dispositivos necesarios para almacenar temporalmente desechos contaminantes diferentes a los definidos en el inciso 3.3.1, tales como residuos sólidos peligrosos, químicos-tóxicos y radioactivos generados por hospitales e industrias deben fundamentarse por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico, tomando en cuenta la Ley Federal de Salud Ley Ambiental del Distrito Federal y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
3.4.- ILUMINACION Y VENTILACIÓN.			
<p>3.4.1.- Generalidades Los locales habitables y complementarios deben tener iluminación diurna natural por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, azoteas, superficies descubiertas o patios que satisfagan lo establecido en el inciso 3.4.2.2. Se consideran locales habitables: las recámaras, alcobas, salas, comedores, estancias o espacios únicos, salas de televisión y de costura, locales de alojamiento, cuartos para encamados de hospitales, clínicas y similares, aulas de educación básica y media, vestíbulos, locales de trabajo y de reunión. Se consideran locales complementarios: los sanitarios, cocinas, cuartos de lavado y planchado doméstico, las circulaciones, los servicios y los estacionamientos. Se consideran locales no habitables: los destinados al almacenamiento como bodegas, closets, despensas, roperías. Se permite que los locales habitables y los complementarios tengan iluminación y ventilación artificial de conformidad a los puntos 3.4.3 y 3.4.4 de estas Normas, excepto las recámaras, salas, comedores, alcobas, salas de televisión y de costura, estancias o espacios únicos, locales de alojamiento, cuartos para encamados de hospitales, clínicas y similares y aulas de educación básica, así como las cocinas domésticas. En los locales no habitables, el Director Responsable de Obra definirá lo pertinente.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
3.4.2.- ILUMINACION Y VENTILACION NATURALES			
3.4.2.1.- VENTANAS			
<p>I. Para el dimensionamiento de ventanas se tomará en cuenta lo siguiente: I. El área de las ventanas para iluminación no será inferior al 17.5% del área del local en todas las edificaciones a excepción de los locales complementarios donde este porcentaje no será inferior al 15%;</p>	CUANTITATIVA (Y1)	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.</p>	La evaluación es considerada: OBSERVABLE

NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
II. El porcentaje mínimo de ventilación será del 5% del área del local;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
III. Los locales cuyas ventanas estén ubicadas bajo marquesinas, techumbres, balcones, pórticos o volados, se considerarán iluminadas y ventiladas naturalmente cuando dichas ventanas se encuentren remetidas como máximo lo equivalente a la altura de piso a techo del local;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV. Se permite la iluminación diurna natural por medio de domos o tragaluces en los casos de sanitarios, incluyendo los domésticos, cocinas no domésticas, locales de trabajo, reunión, almacenamiento, circulaciones y servicios; en estos casos, la proyección horizontal del vano libre del domo o tragaluz puede dimensionarse tomando como base mínima el 4% de la superficie del local, excepto en industrias que será del 5%. El coeficiente de transmisibilidad del espectro solar del material transparente o translúcido de domos y tragaluces en estos casos no debe ser inferior al 85%.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
V. No se permite la iluminación y ventilación a través de fachadas de colindancia, el uso de bloques prismáticos no se considera para efectos de iluminación natural;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI. No se permiten ventanas ni balcones u otros voladizos semejantes sobre la propiedad del vecino prolongándose más allá de los linderos que separen los predios. Tampoco se pueden tener vistas de costado u oblicuas sobre la misma propiedad, si no hay la distancia mínima requerida para los patios de iluminación;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VII. Las escaleras, excepto en vivienda unifamiliar, deben estar ventiladas en cada nivel hacia la vía pública, patios de iluminación y ventilación o espacios descubiertos, por medio de vanos cuya superficie no será menor del 10% de la planta del cubo de la escalera; en el caso de no contar con ventilación natural se debe satisfacer lo dispuesto en la fracción II correspondiente a las condiciones complementarias de la Tabla 3.6; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VIII. Los vidrios o cristales de las ventanas de piso a techo en cualquier edificación, deben cumplir con la Norma Oficial NOM-146-SCFI, excepto aquellos que cuenten con barandales y manguetas a una altura de 0.90 m del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos.	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
3.4.2.2.- Patios de iluminación y ventilación natural. Las disposiciones contenidas en este inciso se refieren a patios de iluminación y ventilación natural con base de forma cuadrada o rectangular, cualquier otra forma debe considerar un área equivalente; estos patios tendrán como mínimo las proporciones establecidas en la Tabla 3.4, con dimensión mínima de 2.50m medida perpendicularmente al plano de la ventana sin considerar remetimientos.	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE



NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA **VARIABLE** **OBSERVACIONES** **NOTAS**

TABLA 3.4

TIPO DE LOCAL	PROPORCIÓN MÍNIMA DEL PATIO DE ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN (con relación a la altura de los paramentos del patio)
Locales habitables	1/3
Locales complementarios e industria	1/4

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 3.4

I.	Si la altura de los paramentos del patio fuera variable se tomará el promedio de los dos más altos; los pretilos y volúmenes en la parte superior de estos paramentos, podrán remeterse un mínimo del equivalente a su altura con el propósito de no ser considerados para el dimensionamiento del patio;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II.	En el cálculo de las dimensiones mínimas de los patios podrán descontarse de la altura total de los paramentos que lo confinan, las alturas correspondientes a la planta baja y niveles inmediatamente superiores a ésta, que sirvan como vestíbulos, estacionamientos o locales de máquinas y servicios;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III.	Para determinar las dimensiones mínimas de los patios, se tomará como cota de inicio 0.90m de altura sobre el piso terminado del nivel más bajo que tenga locales habitables o complementarios;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV	En cualquier orientación, se permite la reducción hasta de una quinta parte en la dimensión mínima del patio, siempre y cuando la dimensión ortogonal tenga por lo menos una quinta parte más de la dimensión mínima correspondiente;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	En los patios completamente abiertos por uno o más de sus lados a vía pública, se permite la reducción hasta la mitad de la dimensión mínima en los lados perpendiculares a dicha vía pública;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Los muros de patios que se limiten a las dimensiones mínimas establecidas en esta Norma y hasta 1.3 veces dichos valores, deben tener acabados de textura lisa y colores claros;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VII.	Los patios podrán estar techados por domos o cubiertas transparentes o traslúcidos siempre y cuando tengan una transmisibilidad mínima del 85% del espectro solar y una área de ventilación en la cubierta no menor al 10% del área del piso del patio; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
VIII En las zonas históricas y patrimoniales los inmuebles sujetos a reparación, adecuación y modificación podrán observar las dimensiones de los patios de iluminación y ventilación del proyecto original o construcción existente siempre y cuando cuenten con la aprobación del Instituto Nacional de Antropología e Historia o del Instituto Nacional de Bellas Artes, según corresponda.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

3.4.3 ILUMINACION ARTIFICIAL

Los niveles mínimos de iluminación artificial que deben tener las edificaciones se establecen en la Tabla 3.5, en caso de emplear criterios diferentes, el Director Responsable de Obra debe justificarlo en la Memoria Descriptiva.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

TABLA 3.5

TIPO DE EDIFICACIÓN	LOCAL	NIVEL DE ILUMINACIÓN
HABITACIONAL		
Vivienda unifamiliar	Circulaciones horizontales y verticales	50 luxes
Vivienda plurifamiliar		
COMERCIAL		
Abasto y almacenamiento	Almacenes	50 luxes
	Circulaciones	100 luxes
Mercados públicos	Naves	75 luxes
Venta de combustibles y explosivos	Áreas de servicio	70 luxes
	Áreas de bombas	200 luxes
Tiendas de productos básicos y especialidades	En general	250 luxes
Tiendas de autoservicio		
Tiendas departamentales y centros comerciales		
Agencias y talleres de reparación		
Tiendas de servicios y servicios diversos	Baños	100 luxes
Baños públicos	Sanitarios	75 luxes
Gimnasios y acondicionamiento físico	En general	250 luxes
SERVICIOS		
Administración		
Bancos, casas de bolsa y casas de cambio	Áreas y locales de trabajo	250 luxes
	Circulaciones	100 luxes

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 3.5

- I. El nivel de iluminación artificial para circulaciones verticales y horizontales, así como elevadores en todas las edificaciones, excepto en la de la habitación será de 100 luxes;
- II. El porcentaje de iluminación de emergencia debe realizarse conforme a la Tabla 3.7, y
- III. El Director Responsable de Obra debe cumplir, en su caso, con lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas: NOM-001-SEDE, "Instalaciones eléctricas (utilización)"; NOM-007-ENER, "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales"; NOM-013-ENER, "Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios"; y NOM-025-STPS, "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo".

CUALITATIVA (Y2)

Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.

La evaluación es considerada: **REFERENCIA**

3.4.4 VENTILACION ARTIFICIAL

Los locales de trabajo, reunión o servicio en todo tipo de edificación tendrán ventilación natural con las mismas características que lo dispuesto en 3.4.2, o bien, se ventilarán con medios artificiales que garanticen durante los periodos de uso los cambios indicados en la Tabla 3.6.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
I	El proyecto debe prever que estas áreas correspondan a las zonas prioritarias que permitan el desalojo normal en condiciones de seguridad;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II	Cuando no exista una planta de emergencia propia, se deben instalar sistemas automáticos e independientes que permitan el funcionamiento y la iluminación de las áreas prioritarias; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III	En todos los géneros de edificios de más de 5 niveles, con excepción de las de uso habitacional, se debe alimentar con circuitos de emergencia al menos un 10% del total de la carga eléctrica de iluminación y fuerza que permita la operación de los vestíbulos, baños, circulaciones horizontales y verticales, incluyendo elevadores y áreas de resguardo.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
3.5 EFICIENCIA ENERGETICA EN EDIFICACIONES				
	En las edificaciones, excepto las destinadas a vivienda, para optimizar el diseño térmico y lograr la comodidad de sus ocupantes con el mínimo consumo de energía, se debe considerar lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-008- ENER- "Eficiencia energética en edificios, envolvente de edificios no residenciales	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
3.6 LOCALES PARA SERVICIO MÉDICO				
	Las siguientes edificaciones deben contar con local de servicio médico con un sanitario con lavabo y escusado y la cantidad de mesas de exploración señaladas en la Tabla 3.8.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

TABLA 3.8

TIPO DE EDIFICACIÓN	NÚMERO MÍNIMO DE MESAS DE EXPLORACIÓN
Educación elemental, centros culturales de más de 500 ocupantes	Una por cada 500 alumnos o fracción, a partir de 501
Deportes y recreación de más de 10,000 concurrentes (excepto centros deportivos)	Una por cada 10,000 concurrentes
Centros deportivos de más de 1,000 concurrentes	Una por cada 1,000 concurrentes
Centros comerciales de más de 1,000 concurrentes	Una por cada 1,000 concurrentes
De alojamiento de 100 cuartos o más	Una por cada 100 cuartos o fracción, a partir de 101
Industrias de más de 50 trabajadores	Una por cada 100 trabajadores o fracción, a partir de 51

CAPITULO 4: COMUNICACIÓN, EVACUACIÓN Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS.



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA **VARIABLE** **OBSERVACIONES** **NOTAS**

4.1.- ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN Y CIRCULACIONES En el diseño y en la construcción de los elementos de comunicación se debe cumplir con las disposiciones que se establecen en este capítulo, y en su caso, con lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-233-SSA1, "Que establece los requisitos arquitectónicos para facilitar el acceso, tránsito, uso y permanencia de las personas con discapacidad en establecimientos de atención médica ambulatoria del Sistema Nacional de Salud", NOM-026-STPS, "Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías" y NOM-003-SEGOB, "Señales y avisos para protección civil - Colores, formas y símbolos a utilizar". Adicionalmente a lo dispuesto en este subcapítulo, se debe observar lo establecido en 4.3 (Rutas de evacuación y salidas). El cálculo de los elementos de comunicación y circulaciones podrá realizarse de manera alternativa en función a los factores de carga de ocupantes indicados en el Apéndice Normativo A.

CUALITATIVA (Y2)

Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione La evaluación es considerada: **REFERENCIA** a la norma que se haga referencia.

4.1.1.- Puertas Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deben tener una altura mínima de 2.10m y una anchura que cumpla con la medida de 0.60m por cada 100 personas o fracción pero sin reducir las dimensiones mínimas que se indica en la Tabla 4.1 para cada tipo de edificación. El ancho libre mínimo de las puertas de las edificaciones, en ningún caso podrá ser inferior a 0.90m, exceptuando las viviendas de interés social y/o popular, que en sus puertas tendrán como ancho mínimo el indicado en la Tabla 4.1.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

TABLA 4.1

TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE PUERTA	ANCHO MÍNIMO (en metros)
HABITACIONAL		
Vivienda unifamiliar y plurifamiliar	Acceso principal	0.90
	Locales habitables	0.90
	Cocinas y baños	0.80
COMERCIAL		
Almacenamiento y abasto		
Mercedes públicos	Acceso principal	1.50
Tiendas de productos básicos y especialidades	Acceso principal	1.20
Tiendas de autoservicio	Acceso principal	1.50
Tiendas de departamentos y centros comerciales	Acceso principal	2.20
Agencias y talleres de reparación y mantenimiento	Acceso principal de vehículos	2.50
	Acceso principal peatonal	1.20
Tiendas de servicios	Acceso principal	1.20

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 4.1

I Con excepción de las viviendas de interés social y/o popular, las puertas contarán con un espacio horizontal al mismo nivel en ambos lados igual al ancho de la puerta más mínimo 0.30m adicionales del lado de la manija por mínimo 1.20m de longitud cuando el abatimiento sea opuesto al usuario (empujar) y mínimo 0.60m adicionales del lado de la manija por mínimo 1.50m de longitud cuando el abatimiento sea hacia el usuario (jalar) para permitir la aproximación y maniobra de las personas con discapacidad (ver Dibujo 4.1.1-B);

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. La evaluación es considerada: **CRITERIO**

II Con excepción de las viviendas de interés social y/o popular, la distancia libre entre dos puertas en serie, contiguas u opuestas y completamente abatidas deberá tener un mínimo de 1.20m de longitud;

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt. La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

III En el umbral de las puertas, la elevación de las superficies de pisos a ambos lados no deberá exceder de 13mm de altura y deberá biselarse;

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista. La evaluación es considerada: **CRITERIO**

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
IV	Las manijas de puertas destinadas a espacios para personas con discapacidad serán de tipo palanca o de apertura automática colocadas a una altura entre 0.90m y 1.00m;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	Cuando se utilicen puertas giratorias o torniquetes, el acceso o circulación debe contar con una puerta abatible a un lado con un ancho mínimo de 0.90m;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Para el cálculo del ancho mínimo del acceso principal podrá considerarse solamente la población del piso o nivel de la edificación con mayor número de personas sin perjuicio de que se cumpla con los valores mínimos indicados en la Tabla 4.1;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VII	La fuerza máxima para operar una puerta debe ser de 20Kgf sin mecanismos cierra-puertas y 67Kgf con cierrapuertas. En las puertas de sanitarios para personas con discapacidad tendrán una fuerza máxima de 20Kgf cuando se utilicen mecanismos cierra-puertas;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VIII	Las puertas de vidrio deben contar con vidrio de seguridad que cumpla con la Norma Oficial Mexicana NOM146-SCFI;	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
IX	Las puertas de vidrio o cristal en cualquier edificación deben contar con protecciones o estar señalizadas con elementos que impidan el choque del público contra ellas con una señalización a una altura entre 1.20 y 1.50 m de al menos 78.5 cm ² ;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
X	Con excepción de las viviendas de interés social y/o popular, el abatimiento de las puertas deberá dejar libre por lo menos la mitad del ancho reglamentario de un pasillo, pasadizo o descanso sin obstruir. En pasillos, el ancho libre con las puertas abatidas no deberá ser menor a 0.90m;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XI	A efecto de permitir el uso de otros cubos de escalera en caso de emergencia, deberá permitirse que las puertas en dichos cubos de escaleras puedan permitir el reingreso al interior del edificio cuando menos cada 4 pisos; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dandc una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XII	Para el caso de puertas giratorias; de acceso controlado; accionadas mecánica, eléctrica o neumáticamente; torniquetes; corredizas horizontales y en divisiones plegables, podrá consultarse el "NFPA, 101 Código de Seguridad Humana" vigente.	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
4.1.2	PASILLOS Los pasillos deben tener un ancho libre que cumpla con la medida de 060m por cada 100 personas o fracción, sin reducir las dimensiones mínimas que se indican en l; Tabla 4.2 para cada tipo de edificación . En los casos donde no se especifique el ancho en dicha tabla, deberá tener un ancho mínimo de 0.90m.	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que están en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA

VARIABLE

OBSERVACIONES

NOTAS

TABLA 4.2

TIPO DE EDIFICACIÓN	CIRCULACIÓN HORIZONTAL	ANCHO (en metros)	ALTURA (en metros)
HABITACIONAL			
Vivienda unifamiliar y plurifamiliar	Pasillos	0.75	2.30
	Comunes a dos o más viviendas	0.90	2.30
Residencias colectivas	Pasillos comunes a dos o más cuartos	0.90	
COMERCIAL			
Abasto y almacenamiento			
Mercados, tiendas de productos básicos y de autoservicio, tiendas departamentales y centros comerciales	Pasillos en áreas de venta	1.20	2.30

CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 4.2

I	La altura libre en pasillos deberá tener mínimo 2.30m y se permiten elementos desde el techo no inferiores a 2.03m de altura con respecto al piso terminado, excepto lo indicado en la Tabla 4.2;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
II	En edificios públicos, los pisos de los pasillos deben ser de materiales antiderrapantes;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III	Los pasillos deben estar libres de cualquier obstáculo;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV	Un pasillo que sirve como continuación desde el cubo de una escalera deberá tener la misma clasificación de resistencia al fuego, indicadas en el numeral 4.4.2	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	Los pasillos entre los asientos (sillas, butacas o gradas), para todos los usuarios incluyendo a las personas con discapacidad, deberán tener un ancho libre mínimo de 0.30m y este mínimo deberá incrementarse en función de la longitud de la fila de acuerdo con lo siguiente: a) Cuando los asientos desembocan a dos pasillos laterales deberá contar con máximo 100 asientos por fila; b) Cuando los asientos desembocan a dos pasillos laterales deberá incrementarse en 8mm por cada asiento adicional a 14, con un ancho máximo de 0.70m; c) Cuando los asientos desembocan a un sólo pasillo lateral deberán tener un recorrido máximo de 9.00m de longitud entre cualquier asiento y un pasillo; d) Cuando los asientos desembocan a un sólo pasillo lateral deberá incrementarse en 16mm por cada asiento adicional a 8; e) Cuando los asientos no se encuentren fijos al piso, deberán respetar las disposiciones anteriores y deberán estar unidos entre sí evitando su desplazamiento;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Los anchos libres mínimos de los pasillos laterales y otros componentes de la Ruta de evacuación que se utilizan hacia asientos dispuestos en filas (sillas, butacas o gradas), para todos los usuarios incluyendo a las personas con discapacidad, no deberán ser menores a lo siguiente: a) 1.20m para escaleras con asientos a Ambos lados o 0.90m cuando el pasillo sirve a máximo 50 asientos; b) 0.90m para escaleras con asientos en uno de sus lados; c) 1.10m para pasillos horizontales o con pendiente que tengan asientos a ambos lados, o 0.90m cuando el pasillo sirva a máximo 50 asientos; d) 0.90 m para pasillos horizontales o con pendiente que tengan asientos en uno de sus lados; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS								
<p>VII Las gradas en las edificaciones para deportes y teatros al aire libre deben cumplir con las siguientes disposiciones: a) El peralte máximo será de 0.45m y la profundidad mínima de 0.70m, excepto cuando se instalen butacas sobre las gradas, en cuyo caso se ajustará a lo dispuesto en las fracciones que anteceden; b) Debe existir una escalera con ancho mínimo de 0.90m por cada 9.00m de desarrollo horizontal de gradería; y c) Cada 10 filas habrá pasillos paralelos a las gradas, con anchura mínima igual a la suma de las anchuras reglamentarias de las escaleras que desemboquen a ellas entre dos puertas o salidas contiguas.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO								
4.1.5 ESCALERAS											
<p>El ancho libre de las escaleras para cualquier edificación no será menor que los valores establecidos en la Tabla 4.3, que se incrementarán en 0.60m por cada 75 personas o fracción, con excepción de las siguientes:</p> <p style="text-align: center;">TABLA 4.3-A</p> <table border="1" data-bbox="296 634 1142 760"> <thead> <tr> <th>TIPO DE EDIFICACIÓN</th> <th>INCREMENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Asilos y centros de asistencia</td> <td>0.80 m por cada 75 personas o fracción</td> </tr> <tr> <td>Sanitarias sin rociadores automáticos</td> <td>1.20 m por cada 75 personas o fracción</td> </tr> <tr> <td>Con contenidos o procesos que pueden generar un incendio con extrema rapidez u ocasionar explosiones</td> <td>1.42 m por cada 75 personas o fracción</td> </tr> </tbody> </table>	TIPO DE EDIFICACIÓN	INCREMENTO	Asilos y centros de asistencia	0.80 m por cada 75 personas o fracción	Sanitarias sin rociadores automáticos	1.20 m por cada 75 personas o fracción	Con contenidos o procesos que pueden generar un incendio con extrema rapidez u ocasionar explosiones	1.42 m por cada 75 personas o fracción	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
TIPO DE EDIFICACIÓN	INCREMENTO										
Asilos y centros de asistencia	0.80 m por cada 75 personas o fracción										
Sanitarias sin rociadores automáticos	1.20 m por cada 75 personas o fracción										
Con contenidos o procesos que pueden generar un incendio con extrema rapidez u ocasionar explosiones	1.42 m por cada 75 personas o fracción										
<p>4.1.3.1.- ESCALERAS INDUSTRIALES En espacios con uso industrial y bodegas se permite el uso de escaleras para uso interno con peraltes hasta de 0.23m, huellas de 0.25m como mínimo y con acabado antiderrapante.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO								
<p>4.1.3.2.- ESCALAS En espacios con uso industrial y bodegas, se permite el uso de escalas exclusivamente para mantenimiento y acceso a equipos con peralte máximo de 0.30m, huella no menor de 0.12m y una longitud máxima de 3.00m; siempre estarán dotadas de pasamanos a ambos lados. Cuando la longitud sea mayor de 3.00m, se colocarán protecciones para el usuario de forma circular y rigidizadas verticalmente entre sí a toda su longitud a partir de una altura de 2.20m</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO								
<p>4.1.3.3 -Escalas marinas La escala marina será vertical con peralte máximo de 0.30m, permitiéndose la huella sin el acabado antiderrapante. Cuando la longitud sea mayor de 3.00m se colocarán protecciones para el usuario de forma circular y rigidizadas verticalmente entre sí a toda su longitud a partir de una altura de 2.20m.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO								
<p>4.1.4. RAMPAS PEATONALES Las rampas peatonales que se proyecten en las edificaciones deben cumplir con las siguientes condiciones de diseño: Los pasillos con desniveles hasta de 0.30m y pendiente menor o igual al 4% no deben ser considerados rampas;</p>	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE								
<p>II Los anchos de las rampas deberán respetar las condiciones de diseño que se establecen en el numeral 4.1.2, teniendo en todos los casos un ancho libre mínimo de 1.00m entre pasamanos;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO								



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
III	La longitud máxima de una rampa entre descansos será en relación a las siguientes pendientes máximas: 6% en una longitud entre 6.00 a 10.00m, 8% en una longitud entre 3.00 a 5.99 y con una pendiente transversal máxima del 2%;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
IV	Contar con pasamanos en ambos lados y cumplir con el numeral 2.3.9 de pasamanos y barandales;	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA
V	Cuando la pendiente sea mayor al 5% se debe contar con pavimento táctil de advertencia al principio y al final de un tramo de rampa, con una longitud mínima de 0.30m por todo el ancho colocado a 0.30m antes del cambio de nivel del arranque y la llegada de la rampa;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Cuando existan rampas con longitud mayor de 1.20m con alguno de sus lados abierto, se debe contar con una protección lateral (ver Dibujo 4.1.3-E) de por lo menos 0.10m de altura a todo lo largo de la rampa incluyendo los descansos;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VII	El ancho de los descansos entre tramos de rampas debe ser cuando menos igual al ancho de la rampa por mínimo 1.20m de longitud;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VIII	Al principio y final de un tramo de rampa se contará con un espacio horizontal de cuando menos el ancho de la rampa por mínimo 1.20m de longitud, en este espacio no se colocará ningún elemento que obstaculice su uso;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.1.5	ELEVADORES En el diseño y construcción de elevadores, escaleras eléctricas y bandas transportadoras se debe cumplir con lo dispuesto en la Norma Oficial Mexicana NOM-053-SCFI, "Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga - Especificaciones de seguridad y métodos de prueba para equipos nuevos" y con lo establecido en el Artículo 620 "ascensores, montacargas, escaleras eléctricas y pasillos móviles, escaleras y elevadores para sillas de ruedas" de la Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEDE "Instalaciones eléctricas (utilización)". Cuando existan 4 cabinas en un edificio, deberán dividirse de manera tal que se provean por lo menos dos cubos de elevador separados. De existir más de 4, la cantidad de cabinas dentro de un único cubo no deberá exceder de 4	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.	La evaluación es considerada: REFERENCIA

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>4.1.5.1 E ELEVADORES PARA PASAJEROS Las edificaciones deberán contar con un elevador o sistema de elevadores para pasajeros que tengan una altura o profundidad vertical mayor a 13.00m desde el nivel de acceso de la edificación, o más de cuatro niveles, además de la planta baja. Quedan exentas las edificaciones plurifamiliares con una altura o profundidad vertical no mayor de 15.00m desde el nivel de acceso o hasta cinco niveles, además de la planta baja, siempre y cuando la superficie de cada vivienda sea, como máximo 65 m2 sin contar indivisos. Los cuartos de máquinas que contengan equipamiento para elevadores, deberán estar provistos con sistemas independientes de ventilación o de aire acondicionado de manera tal que se mantenga la temperatura adecuada para la operación por bomberos de los elevadores en caso de emergencia. La temperatura de funcionamiento será establecida por el fabricante del elevador. Adicionalmente, deberán cumplir con las siguientes condiciones de diseño:</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>I Los edificios de uso público que requieran de la instalación de elevadores para pasajeros, tendrán al menos un elevador accesible con capacidad para transportar a personas con discapacidad. Las dimensiones en el interior de la cabina estarán de acuerdo a la demanda, tipo de servicio (general, prioritario o exclusivo para personas con discapacidad), número y posición de las puertas (para cabinas de una puerta o dos puertas opuestas mínimo 1.10m por 1.40m de longitud y para cabinas de dos puertas en ángulo mínimo 1.40m por 1.40m de longitud);</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>II Los elevadores o plataformas accesibles cumplirán con las siguientes condiciones de diseño: a) Contar con un espacio horizontal fuera de la cabina del elevador en cada piso, de 1.50m de ancho que coincida con el vano de la puerta del elevador y con el área de controles y una longitud de 1.50m. En dicho espacio no se colocará ningún elemento que obstaculice su uso, y se debe contar con pavimento táctil de advertencia paralelo a la puerta del elevador con un ancho de 1.50m que coincida con el espacio horizontal fuera de la cabina y una longitud mínima de 0.30m; b) La distancia entre el piso exterior y el piso de la cabina en el plano vertical y horizontal debe ser de máximo 3.5cm; c) El ancho libre mínimo de la puerta a la cabina deberá ser de 0.90m, de apertura automática y contar con un sensor capaz de detectar objetos a una altura de 0.20m y 0.70m sobre el nivel de piso terminado; d) Contar con un pasamanos mínimo en la pared donde están ubicados los controles o en la pared adyacente a la puerta y cumplir con el numeral 2.3.9 de pasamanos y barandales; e) Los botones de control en el exterior e interior de la cabina se ubicarán entre 0.70m y 1.20m de altura. Los botones interiores deben colocarse en alguna de las paredes laterales a una distancia de mínimo 0.40m de las esquinas en el plano horizontal. Los botones estarán acompañados por caracteres o números arábigos táctiles en alto relieve y en braille con color contrastante, colocados inmediatamente a la izquierda o parte inferior del botón que representan. Los botones deben tener indicadores visuales que muestren que la llamada ha sido registrada. Dicho indicador debe apagarse cuando la cabina efectúe la acción (arribo de cabina o al piso asignado); f) La cabina contará con un indicador sonoro y visual de parada y de información de número de nivel.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>En edificios de uso público que por su altura no es obligatoria la instalación de elevadores para pasajeros, se debe prever la posibilidad de instalar una plataforma exclusiva para personas sobre silla de ruedas para comunicar los niveles de uso público, en cualquiera de las siguientes categorías:</p>			



ORMA TECNICA COMPLEMENTARIA **VARIABLE** **OBSERVACIONES** **NOTAS**

TABLA 4.4-A

CATEGORIA	CARACTERISTICAS	DIMENSIONES MÍNIMAS PLATAFORMA		
		ANCHO	LONGITUD	CONDICION
Plataforma enserada de cabina completa	Para recorridos de máximo 4.00 m de altura. Las paredes laterales de la plataforma deben ser fijas a todo lo largo de su recorrido. Deben tener puertas de cierre automático en todas las paradas. Debe contar con botones de control en el interior y exterior.	0.90 m	1.40 m	una puerta o dos puertas opuestas o dos puertas en ángulo
		1.40 m	1.40 m	
Plataforma abierta de media cabina	Para recorridos de máximo 2.00m de altura. Contar con protección bajo la plataforma para evitar accidentes a terceros personas. Debe contar con puertas en sus dos accesos y paneles fijos en sus otros lados. Afuera de la plataforma, en el nivel superior deberá contar con una puerta.	0.90 m	1.40 m	una puerta o dos puertas opuestas o dos puertas en ángulo
		1.40 m	1.40 m	

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.1.5.2 ELEVADORES PARA CARGA Los elevadores de carga en edificaciones de comercio deben calcularse considerando una capacidad mínima de carga útil de 250.00kg por cada metro cuadrado de área neta de la plataforma de carga. Los monta- automóviles o eleva-autos en estacionamientos deben calcularse con una capacidad mínima de carga útil de 200.00kg por cada metro cuadrado de área neta de la plataforma de carga. Estos elevadores contarán con elementos de seguridad para proporcionar protección al transporte de pasajeros y carga; adicionalmente se debe cumplir con las siguientes condiciones complementarias: I. Para elevadores de carga en otras edificaciones, se debe considerar la máxima carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad de 1.5 cuando menos; y II. No se deben colocar escalones anteriores a las puertas de acceso.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.1.6 ESCALERAS ELÉCTRICAS Las escaleras eléctricas para el transporte de personas tendrán una inclinación máxima de treinta grados y una velocidad máxima de 0.60 m/seg.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.1.7 BANDAS TRANSPORTADORAS PARA PERSONAS Las bandas transportadoras para personas tendrán un ancho mínimo de 0.60m y máximo de 1.20m, una pendiente máxima de 15° y una velocidad máxima de 0.70 m/seg.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.2 SEÑALIZACION INFORMATIVA Y COMUNICACIÓN SENSORIAL

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA**VARIABLE****OBSERVACIONES****NOTAS**

Todo sistema de señalización y comunicación deberá garantizar el acceso a la información y comunicación a todas las personas, incluyendo a las personas con diferentes tipos de discapacidad. La señalización de orientación (mapas y localización de un espacio), dirección (rutas) o funcional (uso de un elevador) se compondrá de elementos visuales, táctiles y/o sonoros. Las rutas accesibles deberán tener la información necesaria para orientarse durante toda la ruta y localizar los distintos espacios, destinos o servicios. La información deberá ser comunicada con gráficos o escrita a través de un sistema de señalización distribuida de manera sistematizada, instalados y diseñados para garantizar una fácil lectura en todo momento. La señalización visual debe cumplir con lo siguiente: a) La señalización debe ser constante en su ubicación, formato y altura sobre el nivel del piso; b) Deberá contar con señalización en puntos críticos principalmente en cambios de dirección en una ruta, los puntos de comunicación del edificio y la ubicación de servicios; c) La señalización debe estar firmemente sujeta, con buena iluminación a cualquier hora y visible; y d) La información debe contrastar con el fondo de la señalización y de su entorno inmediato. La señalización táctil para personas con discapacidad visual deberá cumplir con lo siguiente: a) Deberá colocarse a una altura entre 1.25m y 1.75m en paramentos verticales y en planos horizontales entre 0.90m y 1.20m. Cuando se coloque señalización táctil junto a una puerta deberá instalarse del lado de la manija; b) La información gráfica o escrita estará en alto relieve con una profundidad entre 1 y 5 mm con una altura de entre 1.5cm y 5cm; y c) La información escrita puede ser complementada con braille y se colocará en la parte inferior de la información escrita, con excepción de la información de botones de control donde se puede colocar inmediatamente a la izquierda.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO****4.3 RUTAS DE EVACUACIÓN Y SALIDAS**

Las características arquitectónicas de las edificaciones deben cumplir con lo establecido para rutas de evacuación y confinación de fuego, así como cumplir con las características complementarias y disposiciones que se describen a continuación. Para el cumplimiento de lo establecido en los artículos del Reglamento en lo relativo a rutas de evacuación y salidas de emergencia, se observarán las disposiciones contenidas en este apartado. El Director Responsable de Obra, en la Memoria Descriptiva, debe fundamentar sobre la base de estas disposiciones las soluciones adoptadas y vigilar su correcta aplicación al proyecto y a la obra.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

4.3.1 RUTAS DE EVACUACIÓN Todas las edificaciones clasificadas como de riesgo medio o alto deben garantizar el desalojo de todos sus ocupantes en caso de una emergencia por fuego, sismo o pánico, hasta que el último ocupante del local ubicado en la situación más desfavorable abandone el edificio, sin menoscabo de lo indicado en el artículo 92 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. En su caso podrá contar con áreas de resguardo según se establece en 4.4.4. En los edificios de riesgo de incendio medio y alto, el número de las rutas de evacuación desde cualquier nivel, deberá ser mínimo de dos. El número de rutas de evacuación desde cualquier planta o sección de la misma deberá ser como sigue: para carga de ocupantes superior a 500 pero no superior a 1000, será de mínimo 3 rutas y para carga de ocupantes superior a 1000, no inferior a 4 rutas (ver Apéndice Normativo A). Además de lo indicado en el Capítulo IV del Título Quinto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, en las rutas de evacuación se observarán las siguientes disposiciones: I. Cuando en las rutas de evacuación se requieran dos puertas de "acceso a la salida", de "salida" o de "descarga de la salida", éstas deberán ubicarse entre sí a una distancia no inferior a la mitad de la longitud de la máxima dimensión diagonal del área del local o planta del edificio que debe ser servida, medida en línea recta entre el borde más cercano de las puertas de "acceso a la salida", "salida" o las "descarga de la salida";

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO****4.4 PREVISIONES CONTRA INCENDIO**



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS	
<p>El Director Responsable de Obra y los Corresponsables de Instalaciones y de Diseño Urbano y Arquitectónico deben considerar lo establecido en esta Norma e incluir los criterios de diseño y las resistencias de los materiales en la Memoria Descriptiva, en su caso, lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas relativas a la seguridad, fabricación y selección de equipos para el combate de incendios: NOM-002-STPS, "Condiciones de seguridad – Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo". NOM-005-STPS, "Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas". NOM-026-STPS, "Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías". NOM-100-STPS, "Seguridad - Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida - Especificaciones". NOM-101-STPS, "Seguridad - Extintores a base de espuma química". NOM-102-STPS, "Seguridad - Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono-Parte 1: recipientes". NOM-103-STPS, "Seguridad - Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida". NOM-104-STPS, "Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato mono amónico" vigente. NOM-106-STPS, "Seguridad - Agentes extinguidores - Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio".</p>	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione La evaluación es considerada: REFERENCIA a la norma que se haga referencia.	REFERENCIA	
<p>GRADO DE RIESGO DE INCENDIO EN LAS EDIFICACIONES Con base en el artículo 90 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, las edificaciones se clasifican en función al grado de riesgo de incendio, de acuerdo a sus dimensiones, uso y ocupación conforme lo que establecen las Tablas 4.5-A y 4.5-B</p>	CUALITATIVA (Y2)	Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione La evaluación es considerada: REFERENCIA a la norma que se haga referencia.	REFERENCIA	
4.4.1	4.4.1.1 INDICACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DEL GRADO DE RIESGO:			
<p>I. La clasificación para un inmueble se determinará por el grado de riesgo de incendio más alto que se tenga en cualquiera de los edificios, áreas o zonas que existan en un mismo predio; II. En caso de que un inmueble presente zonas con diversos grados de riesgo, los dispositivos o medidas de previsión y control deben aplicarse en cada zona de acuerdo a sus características constructivas y al elemento que genera el riesgo; III. Las edificaciones que tengan una zona clasificada con grado de riesgo alto, ésta se debe aislar de las demás zonas con riesgo medio o bajo en el mismo inmueble y con la colindancia. De la misma se debe aislar las zonas o áreas de grado de riesgo medio de las demás áreas con riesgo bajo y las colindancias. En caso de no existir este aislamiento, los dispositivos y medidas de control se deben aplicar de acuerdo al grado de riesgo más alto que se presente en toda la zona; IV. En cada inmueble se delimitará físicamente cada una de las áreas o zonas con características similares para los efectos de la propagación de fuego y calor, conforme a lo que se determina en estas normas, de acuerdo a la separación entre edificios, las características de las losas entre los niveles de construcción o las áreas delimitadas por muros y puertas cortafuego; y V. Para el cálculo de metros cuadrados, alturas, número de ocupantes en inmuebles con varios cuerpos, estos parámetros se aplicarán por edificio. En cuanto al número de personas que ocupan el lugar, se debe tomar en cuenta a la máxima población fija probable más la flotante en cada área o zona físicamente delimitada para la propagación de fuego. Los inventarios se considerarán asimismo por zona físicamente delimitada para la propagación de los efectos de explosión, fuego y calor.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO	
4.4.2 RESISTENCIA AL FUEGO	<p>Los elementos constructivos, sus acabados y accesorios en las edificaciones, en función del grado de riesgo, deben resistir al fuego directo sin llegar al colapso y sin producir flama o gases tóxicos o explosivos, a una temperatura mínima de 1200°K (927° C) durante el lapso mínimo que establece la siguiente tabla y de conformidad a la NMX-C307 "Industria de la construcción- edificaciones- componentes - resistencia al fuego - determinación".</p>	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE

TABLA 4.6

GRUPO DE ELEMENTOS	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO (en minutos)		
	Edificaciones de riesgo bajo	Edificaciones de riesgo medio	Edificaciones de riesgo alto
Elementos estructurales (Muros de carga, exteriores o de fachadas; columnas, vigas, traves, arcos, entrepisos, cubiertas)	60	120	180
Escaleras y rampas	60	120	180
Puertas cortafuegos de comunicación a escaleras, rampas y elevadores	60	120	180
Puertas de intercomunicación, muros divisorios y cancelas de piso a techo o plafond fijados a la estructura	60	60	120
Plafones y sus sistemas de sustentación	-	30	30
Recubrimientos a lo largo de rutas de evacuación o en locales donde se concentren más de 50 personas.	60	120	120

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 4.6

I Los elementos estructurales de acero de las edificaciones en las áreas o zonas de un inmueble con grado de riesgo alto, deben protegerse con placas o recubrimientos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en esta tabla;

CUALITATIVA (Y3) (Y2)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO Y REFERENCIA**

II Los elementos estructurales de madera en las edificaciones, para cualquier grado de riesgo, deben protegerse por medio de tratamiento por inmersión o desde su proceso de fabricación para cumplir con los tiempos de resistencia al fuego, en caso contrario podrán protegerse con placas o recubrimientos o refuerzos resistentes al fuego que cumplan con los valores especificados en esta tabla;

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

III Los productos ignifugantes para retardar la propagación de la llama y su incandescencia posterior en tejidos textiles deben garantizar los tiempos de resistencia al fuego directo que se señalan en esta tabla. Las características de los acabados, recubrimientos y elementos de ornato fijos a base de textiles, plásticos y madera deben ser justificadas por el Director Responsable de Obra en la memoria técnica;

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

IV Los plafones y los recubrimientos térmicos o mecánicos de los ductos de aire acondicionado y de las tuberías de cualquier tipo, se construirán exclusivamente con elementos que no generen gases tóxicos o explosivos en su combustión;

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

V En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, bodegas y espacios o áreas de circulación restringida de personas como son locales técnicos, bóvedas de seguridad, casas de bombas, subestaciones o cuartos de tableros, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables; y

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

VI Para determinar o evaluar la capacidad de resistencia al fuego de un material, de un producto, o de la aplicación de un producto sobre un material, se aplicarán los métodos y procedimientos de prueba que establecen las Normas Mexicanas aplicables.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO****4.4.3 CONFINACIÓN DEL FUEGO**



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>En las edificaciones de grado de riesgo alto para evitar la propagación del fuego y calor de cualquier zona al resto de la edificación, se debe analizar el grado de riesgo para cada área, edificación, nivel o zona del inmueble y prever que se construyan las barreras físicas necesarias o las separaciones mínimas del resto de las construcciones, bajo la hipótesis de la ocurrencia de siniestro en cualquiera de ellas, de manera que el fuego pueda ser confinado.</p> <p>En particular se debe prever lo siguiente:</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>. Se construirán muros resistentes al fuego y puertas cortafuego en el perímetro que confine cada zona en estudio; y</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>II. Cuando entre dos zonas de estudio contiguas existan ductos, vanos o huecos, éstos deben aislarse, rellenándose con materiales obturadores resistentes al fuego.</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>Para todas las edificaciones:</p>			
<p>I Los ductos verticales para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta. Las puertas o registros en cada nivel serán de materiales a prueba de fuego y deben cerrarse herméticamente;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>II. Las chimeneas deben proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un tiro directamente al exterior en la parte superior de la edificación, debiendo instalarse la salida a una altura de 1.50 m sobre el nivel de la azotea;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>III Las campanas de estufas o fogones, excepto las domésticas, estarán equipadas con detectores de fuego;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>IV Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de 0.60m de las chimeneas, y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>V Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros de chimeneas, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 80° C deben distar de los elementos estructurales de madera un mínimo de 0.60 m;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>VI Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60° C;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>VII Los pasos de los ductos de instalaciones en los entresijos deben sellarse con materiales a prueba de fuego y que sean de fácil remoción para su mantenimiento, para evitar el efecto del tiro, esto también se aplicará a los ductos, huecos y vanos no utilizados;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>VIII En los locales destinados al almacenamiento de líquidos, materias inflamables, explosivos, de maquinaria o equipo susceptibles de provocar explosión, deben evitarse acabados inflamables;</p>	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
IX	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
X	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XI	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
XII	CUALITATIVA (Y3) (Y2)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO Y REFERENCIA
XIII	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.4 ÁREAS DE RESGUARDO			
Las áreas de resguardo serán zonas aisladas al fuego por muros y puertas cortafuego de cierre automático, que cuenten con las condiciones de ventilación suficiente, natural o artificial que no propicien la propagación de fuego en el resto del edificio, y que permitan la protección temporal de sus ocupantes debiendo estar señalizadas. Las secciones de un área de resguardo deberán tener acceso a la vía pública mediante una salida sin requerir el regreso a los espacios del edificio a través de los que tuvo lugar el recorrido hacia el área de resguardo, con excepción de zonas completas de la planta de un edificio si dicho edificio cuenta con una cobertura completa de rociadores automáticos contra incendio. Podrán considerarse como áreas de resguardo, los cubos de escaleras y pasillos protegidos contra fuego, o zonas completas de la planta de un edificio si dicho edificio cuenta con una cobertura completa de rociadores automáticos contra incendio. Cada área de resguardo deberá ser accesible y poseer una dimensión para acomodar un espacio para una persona en silla de ruedas de 0.90m por 1.30m por cada 200 personas o fracción, basada en la carga de ocupantes (ver Apéndice Normativo A) servida por el área de resguardo. Así mismo cada área de resguardo deberá contar con comunicación de dos vías con un punto central de control. Las instrucciones para pedir ayuda mediante el sistema de comunicación y la identificación escrita de la ubicación del área de resguardo deberán estar exhibidas adyacentes a dicho sistema.	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
4.4.5 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR Y COMBATIR INCENDIOS			



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA **VARIABLE** **OBSERVACIONES** **NOTAS**

Las edificaciones en función al grado de riesgo, contarán como mínimo de los dispositivos para prevenir y combatir incendios que se establecen en la siguiente tabla:

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

TABLA 4.7

DISPOSITIVOS	GRADO DE RIESGO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
EXTINTORES	Un extintor, en cada nivel, excepto en vivienda unifamiliar	Un extintor por cada 300.00 m ² en cada nivel o zona de riesgo	Un extintor por cada 200 m ² en cada nivel o zona de riesgo
DETECTORES	Un detector de incendio en cada nivel del tipo detector de humo- Excepto en vivienda.	Un detector de humo por cada 80.00 m ² o fracción o uno por cada vivienda.	Un sistema de detección de incendios en la zona de riesgo (un detector de humo por cada 80.00 m ² o fracción con control central) y detectores de fuego en caso que se manejen gases combustibles. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central.

4.4.5.1 EXTINTORES

Todas las edificaciones deben prever el espacio y señalización para la colocación de extintores, en función del grado de riesgo que representan. Para seleccionar el tipo de extintores a emplear, el Director Responsable de Obra determinará el tipo de fuego que pueda producirse en función del material sujeto a combustión y la clase de agente extinguidor adecuado, conforme a lo que señala la Norma Oficial Mexicana y en las Tablas 4.8 y 4.9.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

TABLA 4.8

CLASES DE FUEGO, SEGÚN EL MATERIAL SUJETO A COMBUSTIÓN	
Clase A	Fuegos de materiales sólidos de naturaleza orgánica tales como trapos, viruta, papel, madera, basura, y en general, materiales sólidos que al quemarse se agrietan, producen cenizas y brasas.
Clase B	Fuegos que se producen como resultado de la mezcla de un gas (butano, propano, etc.) o de los vapores que desprenden los líquidos inflamables (gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.) con el aire y flama abierta.
Clase C	Fuegos que se generan en sistemas y equipos eléctricos "energizados".
Clase D	Fuegos que se presentan en metales combustibles en polvo o a granel a base de magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, zinc u otros elementos químicos.

CONDICIONES COMPLEMENTARIAS A LA TABLA 4.9

Se colocarán en lugares visibles, de fácil acceso y libres de obstáculos, de tal forma que el recorrido hacia el extintor más cercano no exceda de 15.00 metros desde cualquier lugar en un local, tomando en cuenta las vueltas y rodeos necesarios para llegar a uno de ellos;

I.

Se ubicarán y fijarán a una altura mínima del piso no menor de 0.10m a la parte más baja del extintor, y en caso, de encontrarse colgados, deben estar a una altura máxima de 1.50m medidos del piso a la parte más alta del extintor;

II

Se colocarán en sitios donde la temperatura no exceda de 50°C y no sea menor de -5° C;

III

Estarán protegidos de la intemperie;

IV

Estarán en posición para ser usados rápidamente; y

V

Su señalización debe cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable.

VI

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA

VARIABLE

OBSERVACIONES

NOTAS

4.4.5.2 DETECTORES DE INCENDIO

Los detectores de incendio son dispositivos que se activan ante la presencia de humo, calor o gases predecesores de incendio y que actúan sobre un sistema de alarma tal que el personal autorizado pueda conocer la localización del evento y actuar de inmediato o se dé inicio automáticamente a las rutinas de alarma y combate de incendio previstas para tal efecto, de acuerdo a las siguientes disposiciones:

4.4.5.2.1 DETECTORES DE HUMO

I Las edificaciones de grado de riesgo bajo y medio de uso no habitacional, deben contar al menos con un detector de este tipo, asociado a una alarma sonora. Las edificaciones de grado de riesgo alto de uso no habitacional deben contar con un sistema de detección de incendios en cada zona de riesgo aislada, en las cuales se colocará como mínimo un detector de este tipo por cada 80.00 m² de techo, sin obstrucciones entre el contenido del área y el detector, y una separación máxima de nueve metros entre los centros de detectores. Estas medidas pueden aumentarse o disminuirse previo estudio que considere la altura del techo o plafond y la velocidad estimada de desarrollo y propagación del fuego. Se admitirá el uso de detectores de humo que operen bajo los principios de ionización y/o de funcionamiento fotoelectrónico. En vivienda plurifamiliar, uno por cada vivienda y no se requiere control central. Características de los sistemas de detección de incendios por presencia de humo:

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

II Los detectores deben contar con un sistema de supervisión automático que permita verificar su funcionamiento sin necesidad de desmontarlos;

III Activar una alarma sonora o dos sistemas de alarmas visuales y sonoras en caso de riesgo alto;

IV Debe funcionar por medio de suministro de energía eléctrica de corriente alterna preferente y contar con un respaldo de baterías; y

V La canalización eléctrica para el cableado de control será a prueba de explosión.

4.4.5.2.2 SENSORES O DETECTORES DE CALOR

Se emplearán únicamente cuando exista un sistema de aspersión o una red de rociadores y actuarán de manera automática abriendo una válvula en una línea presurizada. Para la selección de los detectores de calor se debe realizar un estudio técnico que involucre la altura de montaje del detector, la altura de los techos, la temperatura bajo el techo, la distancia a la fuente de calor y el tipo de fuego donde se establezca el tipo de sensor (rociador) que se requiere en base a la tabla 4.6. Cumplirán con las siguientes características:

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

I Deben seleccionarse para la presión de trabajo de la red; y

II Contar el sistema con un dispositivo de alarma local y remoto activado por la baja de presión en la red o por el flujo del agua en el momento de activarse los rociadores.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

TABLA 4.10

DETECTORES DE CALOR DE USO COMÚN		
CLASIFICACIÓN DE TEMPERATURA	RANGO DE DETECCIÓN °C (°F)	PARA COLOCARSE EN TEMPERATURA AMBIENTE MÁXIMA BAJO TECHO °C (°F)
Ordinaria	58 a 79 (135 a 174)	38 (100)
Intermedia	80 a 121 (175 a 249)	66 (150)
Alta	122 a 162 (250 a 324)	107 (225)

4.4.5.2.3 DETECTORES PARA GASES DE COMBUSTIÓN O SENSORES DE FLAMA



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
Se deben instalar específicamente en áreas en las que se prevea la presencia significativa de fuego (flama directa) debido a procesos químicos o industriales. Para la selección y colocación de los detectores de gases de combustión, detectores de flama y otros tipos de detectores de incendio, se debe realizar un estudio técnico especializado debido a lo complejo de su selección.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.5.3 SISTEMAS DE ALARMAS			
En edificaciones con grado de riesgo bajo y medio de uso no habitacional contarán exclusivamente con un dispositivo sonoro que permita a los ocupantes conocer el estado de alerta debido a una situación de emergencia. En edificaciones con grado de riesgo alto de uso no habitacional contarán con dos sistemas, uno sonoro y otro luminoso, que permitan a los ocupantes conocer dicho estado de alerta; estos deben ser activados simultáneamente y deben cumplir con las Normas y disposiciones aplicables. Estarán colocados en los puntos estratégicos que aseguren que todos los concurrentes en el área de influencia del incendio se puedan percatar de la ocurrencia del evento, incluyendo todo el recorrido de las rutas de evacuación.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
En edificaciones con grado de riesgo alto, excepto en instalaciones escolares, mercados populares, estadios abiertos y casos similares debidamente justificados por el Director Responsable de Obra, el sistema de alarmas debe contar con:	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
I. Un local de control central o módulo de vigilancia que permita a los encargados conocer una situación de emergencia y su localización precisa dentro de la edificación;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II Adicionalmente a los sistemas de alarmas de activación automática asociados a detectores, contarán con los sistemas de activación manual, es decir, dispositivos activadores locales	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
III Los dispositivos manuales activadores de estos sistemas deben localizarse uno por cada 200.00 m2 en lugares visibles, en las áreas de trabajo, de concentración de personas y en los locales de permanencias de vigilancia del edificio;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
Los locales de control central o módulos de vigilancia deben estar localizados estratégicamente de manera que exista la posibilidad de establecer contacto visual directo o a través de circuito cerrado de televisión con las áreas en que se desarrolle el incendio o de acudir a ellas directamente en un máximo de 3 minutos, contar con los equipos necesarios y suficientes de comunicación con el exterior, alumbrado con fuente autónoma de energía y estar equipadas con barreras cortafuego; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
El equipo de control contará con alarma sonora y luminosa local. Toda la instalación de la red debe hacerse con tubería y dispositivos del tipo a prueba de explosión, excepto cuando la trayectoria se aloje dentro de los muros, losas o elementos de concreto. El equipo debe contar con una fuente autónoma ininterrumpible que permita el funcionamiento del sistema durante 30 minutos como mínimo, incluyendo el consumo de las luces y bocinas de alarma; la energía eléctrica se debe suministrar por circuitos del sistema de emergencia en caso de existir una planta.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.5.4 EQUIPOS FIJOS			

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
Los equipos fijos comprenden: Redes de Hidrantes, Redes de Rociadores y Redes de Inundación. Las redes de hidrantes serán obligatorias para todas las edificaciones de grado de riesgo alto en las que se manejen almacenamientos de productos o materiales inflamables. Su uso es contraindicado en el caso de olventes, aceites y combustibles líquidos, así como en zonas de equipos eléctricos y electrónicos, por lo que se prohíbe su instalación en estaciones de servicio y en locales o áreas de equipos eléctricos. Las redes de rociadores automáticos se permitirán con el objeto de incrementar la seguridad, que ofrecen las redes de hidrantes sin que puedan sustituir a estas últimas.		CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.5.4.1 REDES DE HIDRANTES				
I.	Tendrán los siguientes componentes y características: I. Tanques o cisternas para almacenar agua en proporción a 5lt/m2 construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000L;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
II	Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kg/cm2 en el punto más desfavorable;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado	La evaluación es considerada: CRITERIO
III	Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendios, dotadas de tomas siamesas y equipadas con válvula de no retorno, de manera que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio debe ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40, y estar pintada con pintura de esmalte color rojo;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
IV	Tomas Siamesas de 64mm de diámetro, 7.5 cuerdas por cada 25mm, cople movable y tapón macho, equipadas con válvula de no retorno, de manera que el agua de la red no escape por las tomas siamesas. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada, y en su caso, una a cada 90m lineales de fachada y se ubicará al paño del alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
V	mangueras contra incendios, las que deben ser en número tal que cada manguera cubra una área de 30m de radio y su separación no sea mayor de 60m. Uno de los gabinetes estará lo más	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VI	permanentemente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas o en dispositivos especiales para facilitar su uso. Estarán provistas de Pitones de paso variables de tal manera	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VII	Deben instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38mm se exceda la presión de 4.2 kg/cm2 ;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VIII	hidrantes por cada 3,000 m2 en cada nivel o zona, y garantizar una presión que no podrá ser nunca menor 2.5 kg/cm2 en el punto más desfavorable. En dicho calculo se debe incluir	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
4.4.5.4.2 REDES DE ROCIADORES				
Se instalarán únicamente con el objeto de incrementar la seguridad que ofrecen las redes de hidrantes sin que puedan sustituir a estas últimas y tendrán las siguientes características:		CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
I.	Tanques o cisternas para almacenar agua en un volumen adicional a la reserva para la red de hidrantes en función al gasto nominal del 10% del total de los hidrantes instalados en un nivel, que garantice un periodo de funcionamiento mínimo de una hora;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
II	Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con la presión nominal de los rociadores, en el punto más desfavorable, que pueden ser las mismas del sistema de hidrantes. Se requiere además obligatoriamente de una bomba jockey (de presurización de línea) que mantenga presión continua en la red;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
III	Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente la red de rociadores, la red hidráulica contra incendio debe ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40 y estar pintada con pintura de esmalte color rojo;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV	La red alimentará en cada piso, o zona, líneas de rociadores que se activarán en forma automática e independiente por detectores de temperatura integrados;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	Deben instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier rociador se exceda la presión de trabajo de los mismos y válvulas normalmente abiertas que permitan el mantenimiento o reposición de rociadores sin suspender el funcionamiento de la red de hidrantes;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	La red de distribución debe ser calculada para permitir la operación simultanea de al menos 5 hidrantes por cada 500 m2 en cada nivel y garantizar una presión que no podrá ser nunca menor 2.5 kg/cm2 en el punto más desfavorable, sin reducir las condiciones de operación de la red de hidrantes. En dicho cálculo se debe incluir además de la presión requerida en el sistema de bombeo, la de los esfuerzos mecánicos que resista la tubería;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VII	Las redes de rociadores automáticos deben estar provistas de sistema de alarma que permita al personal de vigilancia percatarse del evento; y	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VIII	Los rociadores no deben emplearse en áreas con riesgo de shock eléctrico, como la cercanía a tableros, motores o cables eléctricos, o en la proximidad a material contraindicado para el uso de agua. El Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones, en su caso, deben vigilar que el funcionamiento automático de estos sistemas, no pongan en riesgo la seguridad física de las personas.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.5.4.3 REDES DE INUNDACIÓN DE ELEMENTOS INHIBIDORES DE LA COMBUSTIÓN				
	Operarán a base de bióxido de carbono, halón, polvo químico seco o espuma. Se aplicarán exclusivamente para casos especiales en que se justifique su uso en la memoria técnica correspondiente, en base al alto riesgo que representa el equipo o material a proteger y la imposibilidad de hacerlo por otros medios. Tendrán los siguientes elementos y características:	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.4.5.5 SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS				
	En edificaciones de riesgo de grado medio y alto, excepto en edificaciones de vivienda, se debe aplicar el color rojo para identificar los siguientes elementos: cajas de alarmas de incendio, cajas de mangueras contra incendio, extintores contra incendio (identificación del sitio, la pared y el soporte), carretes, soportes o casetas de mangueras contra incendio, bombas y redes de tuberías contra incendio. En industrias, bodegas, locales de equipos y las edificaciones de riesgo alto, con excepción de la de vivienda, toda la tubería de los distintos servicios debe identificarse mediante código de colores de acuerdo a la NOM-026-STPS.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.5 DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION				

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
------------------------------	----------	---------------	-------

4.5.1 LOCALES PARA GUARDA Y EXHIBICIÓN DE ANIMALES

Los locales destinados a la guarda y exhibición de animales y las edificaciones de deportes y recreación, deben contar con rejas y desniveles para protección al público, en el número, dimensiones mínimas y condiciones de diseño establecidas en la Tabla 4.11

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

TABLA 4.11

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD		
TIPO DE EDIFICIO	ELEMENTO	ALTURA MÍNIMA (en metros)
Estadio	Foso	2.00
	Rejas	2.40
Hipódromo	Rejas	2.10
Galgódromo	Reja	2.10
Plaza de toros	Calleción	2.00
	Barreñas	1.20
Autódromos	Reja o barrera	2.10

4.5.2 MUROS Y ELEMENTOS DIVISORIOS

Los muros, espejos, paneles y mamparas fijos, batientes y corredizos de vidrio y cristal instalados en cualquier edificación, deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-146-SCFI, excepto aquellos que cuenten con barandales y manguetas a una altura de 0.90m. del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar alambrados o protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos.

CUALITATIVA (Y2)

Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.

La evaluación es considerada: **REFERENCIA**

4.5.3 ALBERCAS

Para el diseño de las albercas, trampolines y plataformas se debe considerar lo establecido en este inciso, adicionalmente se debe cumplir con lo dispuesto en el Artículo 680 Piscinas, Fuentes e Instalaciones Similares de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE "Instalaciones eléctricas (utilización)".

CUALITATIVA (Y2)

Se hace mención de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vínculo que relacione a la norma que se haga referencia.

La evaluación es considerada: **REFERENCIA**

Las albercas deben contar con los siguientes elementos y medidas de protección: I. Andadores en las orillas de las albercas con anchura mínima de 1.20m para las públicas y de 0.90m en las privadas; con superficie áspera o de material antiderrapante, construidos de tal manera que se eviten los encharcamientos;

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.5.3.1

I
Un escalón de 0.10m de ancho a una profundidad de 1.20m con respecto a la superficie del agua en el muro perimetral de aquellas albercas públicas cuya profundidad sea mayor a 1.50m; y

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

II
Una escalera por cada 23.00m lineales de perímetro, para las albercas públicas cuya profundidad sea mayor a 0.90m. Cada alberca contará con un mínimo de dos escaleras.

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

4.6 VISIBILIDAD



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>Las condiciones mínimas de visibilidad se obtendrán mediante métodos matemáticos o de trazo gráfico a partir de las visuales entre los ojos del espectador, él o los puntos más desfavorables del área o plano observados y las cabezas de los espectadores o asistentes que se encuentren frente o al lado suyo, según sea el caso. Los espacios exclusivos para personas en silla de ruedas deberán contar con una condición de igualdad en cuanto al diseño de isóptica del público en general. Para asegurar condiciones de igual visibilidad para un grupo de espectadores por encima de la cabeza de los demás, se determinará una curva conforme a cuyo trazo se escalonará el piso donde se encuentran los espectadores. La curva en cuestión se denominará Isóptica Vertical. En edificaciones que alberguen filas o gradas de más de 20.00m de ancho, se debe estudiar la correcta visibilidad de los espectadores en sentido horizontal por medio de la Isóptica Horizontal, previendo así los movimientos hacia delante de los espectadores situados a un lado del espectador, especialmente los ubicados en las primeras filas.</p>	CUANTITATIVA (Y1)	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.</p>	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
4.6.1 CÁLCULO DE LA ISÓPTICA			
4.6.1.1 ISÓPTICA VERTICAL			
<p>El cálculo de la isóptica vertical define la curva ascendente que da origen al escalonamiento del piso entre las filas de espectadores para permitir condiciones aceptables de visibilidad. Dicha curva es el resultado de la unión de los puntos de ubicación de los ojos de los espectadores de las diferentes filas con el punto observado a partir de una constante k, que es la medida promedio que hay entre el nivel de los ojos y el de la parte superior de la cabeza del espectador. Esta constante tendrá una dimensión mínima de 0.12m. Para calcular el nivel de piso en cada fila de espectadores, se considerará que la distancia entre los ojos y el piso es de 1.10m tratándose de espectadores sentados y de 1.55m si se trata de espectadores de pie.</p>	CUANTITATIVA (Y1)	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.</p>	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
<p>Para calcular el nivel de piso en cada fila de espectadores, se considerará que la distancia entre los ojos y el piso es de 1.10m tratándose de espectadores sentados y de 1.55m si se trata de espectadores de pie.</p> <p>a) Ubicación del Punto Observado o Punto Base del trazo o cálculo de la isóptica.</p> <p>b) Las distancias en planta entre el Punto Observado y la primera fila de espectadores, así como las distancias entre las filas sucesivas.</p> <p>c) Las alturas de los ojos de los espectadores en cada fila con respecto al Punto Base del cálculo.</p> <p>d) Magnitud de la constante k empleada.</p> <p>Para obtener el trazo de la isóptica por medios matemáticos, debe aplicarse la siguiente fórmula:</p> $h' = (d' (h + k)) / d$	CUANTITATIVA (Y1)	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.</p>	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
4.6.1.2 VISIBILIDAD MÍNIMA ACEPTABLE EN LOCALES CON PISO HORIZONTAL			
<p>En lugares con piso horizontal y capacidad mayor a 250 espectadores, ya sea a cubierto o al aire libre, la altura de la plataforma o plano donde se desarrolla el espectáculo, o bien, la correcta altura del objeto observado, deben determinarse mediante trazos desde la altura de los ojos de cada fila de espectadores hasta el punto más bajo observado; en la fila más alejada, el valor k no debe ser menor a 0.12m. En el caso de una sala de conferencias, la altura máxima permisible para ubicar el punto observado será el borde superior del atril del conferencista o de la mesa del presidium.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
4.6.1.3 ISÓPTICA HORIZONTAL			

En el caso de estadios o espectáculos deportivos, en los que las primeras filas de espectadores se ubiquen muy cerca de los objetos observados, o el ángulo de rotación de las visuales rebase los 90°, debe garantizarse la visibilidad hacia el espectáculo mediante el cálculo de la isóptica horizontal. Esta define la curvatura en planta que tendrá la primera fila de espectadores para permitir la adecuada visibilidad lateral. Si es necesario, se calcularán dos isópticas horizontales: una para el lado más largo de la cancha y otra para el lado más corto de la misma. Los procedimientos de cálculo para la visibilidad horizontal son semejantes a los de la isóptica vertical, a excepción del valor de la constante k que en este caso debe tener una dimensión mínima de 0.15m, equivalente al movimiento involuntario hacia el frente que un espectador en el centro de la primera fila tendría que hacer para observar uno de los extremos de la cancha o escenario.

CUALITATIVA (Y3)

En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.

La evaluación es considerada: **CRITERIO**

4.6.1.4 CONDICIONES COMPLEMENTARIAS

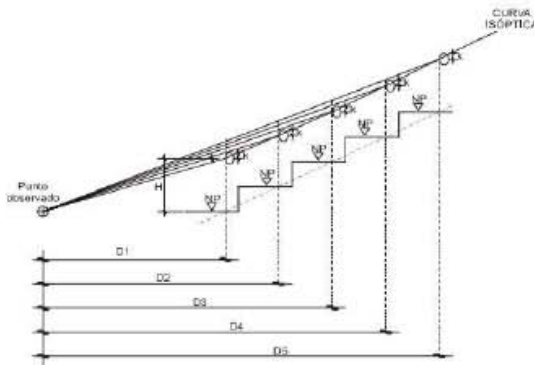
La documentación del proyecto incluirá planos y memoria de cálculo con el trazo de la o las isópticas suscrita por el Director Responsable de Obra y, en su caso, el Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico.

CUANTITATIVA (Y1)

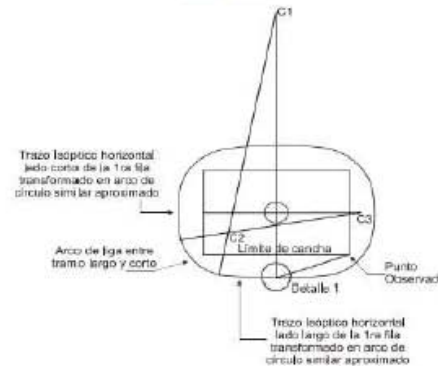
En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

DIBUJO 4.6.1.4-A. TRAZO DE LA ISÓPTICA (Ilustrativa)



DIBUJO 4.6.1.4-C. TRAZO DE ISÓPTICA HORIZONTAL (Ilustrativa)



4.7 CONTROL DE RUIDO Y AUDICIÓN

El Director Responsable de Obra debe presentar una Memoria Descriptiva que incluya los estudios y análisis correspondientes que justifiquen las medidas que se adopten para garantizar el cumplimiento de las siguientes disposiciones: I. Los equipos de bombeo, de generación y de transformación eléctrica y la maquinaria en general, que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50m en el exterior del predio, deben estar aislados en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora a dicho valor;

I

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**

Los establecimientos de alimentos y bebidas y los centros de entretenimiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles deben estar aislados acústicamente. El sistema constructivo y el aislamiento debe ser capaz de reducir la intensidad sonora, por los menos a dicho valor, medido a siete metros en cualquier dirección fuera de los linderos del predio del establecimiento, y

II

CUANTITATIVA (Y1)

En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.

La evaluación es considerada: **OBSERVABLE**



NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>III En los locales destinados a auditorios, espectáculos, actos de culto y en general centros de reunión de más de 500 personas en las que la actividad fundamental sea auditiva, se presentará un estudio que indique las consideraciones de diseño que garanticen la condición de audición adecuada para todos los usuarios. Así mismo se debe de considerar lo relativo a la norma NOM-011-STPS relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.</p>	<p>CUANTITATIVA (Y1)</p>	<p>En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica , que permita resaltar los elementos que esten en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podra registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.</p>	<p>La evaluación es considerada: OBSERVABLE</p>
CAPÍTULO 5 INTEGRACIÓN AL CONTEXTO E IMAGEN URBANA			
<p>El Director Responsable de Obra y, en su caso el Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico, deben observar lo dispuesto en las Normas de Ordenación Generales de Desarrollo Urbano, las Normas de Ordenación que aplican en Áreas de Actuación y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>CUALITATIVA (Y2)</p>	<p>Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.</p>	<p>La evaluación es considerada: REFERENCIA</p>
CAPITULO 6: INSTALACIONES			
6.1.2 INSTALACIONES HIDRAULICAS			
<p>I La salida de los tinacos debe ubicarse a una altura de por lo menos 2m por arriba de la salida o regadera o mueble sanitario más alto de la edificación. Los tinacos deben cumplir la Norma mexicana NMX-C-374- ONNCCE "Industria de la construcción - Tinacos prefabricados especificaciones y métodos de prueba";</p>	<p>CUALITATIVA (Y2)</p>	<p>Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.</p>	<p>La evaluación es considerada: REFERENCIA</p>
<p>II Las cisternas deben ser impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos de cualquier tubería permeable de aguas negras;</p>			
<p>III Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deben ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que cumplan con las Normas Mexicanas correspondientes;</p>		<p>En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
<p>IV Los escusados no deben tener un gasto superior a los 6 litros por descarga y deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable;</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>		
<p>V Los mingitorios no deben tener un gasto superior a los 3 litros por descarga y deben cumplir con la Norma Mexicana aplicable;</p>			
<p>VI Las regaderas no deben tener un gasto superior a los 10 litros por minuto y deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana aplicable;</p>			
<p>VII Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios de uso público deben tener llaves de cierre automático;</p>			
<p>VIII Los fluxómetros deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana correspondiente; y</p>			
6.1.3 INSTALACIONES DE DRENAJE PLUVIAL Y SANITARIO			
<p>Las edificaciones que requieran de estudio de impacto urbano o urbano ambiental y las instalaciones públicas de infraestructura hidráulica y sanitaria estarán sujetas a los proyectos de uso racional de agua, reuso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe la Administración y lo contenido en el Reglamento de Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal y, en su caso, a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Estas edificaciones deben contar con instalaciones independientes para las aguas pluviales y las residuales (jabonosas y negras), las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo. En las edificaciones ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
6.1.3.1 TUBERÍAS Y ACCESORIOS			
<p>Las tuberías, conexiones y accesorios que se utilicen en los desagües e instalaciones de los muebles sanitarios deben de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que cumplan con las Normas Mexicanas aplicables. Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2% en el sentido del flujo.</p>	<p>CUALITATIVA (Y3)</p>	<p>En los modelos IFC, se podra hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	<p>La evaluación es considerada: CRITERIO</p>
6.1.3.2 LÍNEAS DE DRENAJE			

NORMA TECNICA COMPLEMENTARIA		VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
I	Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia fuera de los límites de su predio deben ser de 15cm de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2% en el sentido del flujo y cumplir con las Normas Mexicanas aplicables;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II	Las bajadas pluviales deben tener un diámetro mínimo de 0.10m por cada 100m2 o fracción de superficie de cubierta, techumbre o azotea;	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
III	Los albañales deben estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 0.05m de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.50m arriba del nivel de la azotea de la construcción cuando ésta sea transitable, en edificaciones de más de tres niveles se debe contar con una tubería adicional que permita la doble ventilación;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
IV	La conexión de tuberías de muebles sanitarios y coladeras a la instalación sanitaria debe prever obturadores hidráulicos;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
V	Los albañales deben tener registros colocados a distancia no mayores de 10.00m entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
VI	Los registros tendrán las siguientes dimensiones mínimas en función a su profundidad: de 0.40m por 0.60m para una profundidad de hasta 1.00m; de 0.50m por 0.70m para profundidades de 1.00 a 2.00m y de 0.60m por 0.80m para profundidades mayores a 2.00m; y	CUANTITATIVA (Y1)	En este tipo de norma se realizará una evaluación gráfica, que permita resaltar los elementos que estén en regla con un color verde y en rojo los que no cumplan: En el script de Dynamo se podrá registrar los elementos a evaluar del modelo rvt.	La evaluación es considerada: OBSERVABLE
VII	Los registros deben tener tapas con cierre hermético a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios o locales de trabajo y reunión deben tener doble tapa con cierre hermético.	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
6.1.3.3 DESCARGAS AL EXTERIOR				
I	En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, la Administración autorizará el uso de fosas sépticas de transformación rápida que cumplan con la Norma Oficial Mexicana correspondiente, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno. A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de escusados y mingitorios;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO
II	En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, la Administración determinará el sistema de tratamiento a instalar y lo que determine el Reglamento de Servicio de Agua y Drenaje para el Distrito Federal;	CUALITATIVA (Y3)	En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.	La evaluación es considerada: CRITERIO



NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA	VARIABLE	OBSERVACIONES	NOTAS
<p>III</p> <p>La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deben contar con trampas de grasa registrables;</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>IV</p> <p>Las gasolineras deben contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos y deben cumplir con lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; y</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
<p>V</p> <p>Se deben colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos, plazas y circulaciones empedradas o adoquinadas.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
6.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS			
<p>El Director Responsable de Obra, y en su caso, el Corresponsable en Instalaciones deben vigilar que el proyecto y las instalaciones cumplan con lo dispuesto en el Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, en particular: NOM-001-SEDE, "Instalaciones eléctricas (utilización)". NOM-025-STPS, "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo". NOM-007-ENER, "Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales". NOM-008-ENER, "Eficiencia energética en edificios, envolvente de edificios no residenciales". NOM-013-ENER, "Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios". NOM-053-SCFI "Elevadores eléctricos de tracción para pasajeros y carga-especificaciones de seguridad y métodos de prueba".</p>	CUALITATIVA (Y2)	<p>Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.</p>	La evaluación es considerada: REFERENCIA
6.2.1 INSTALACIONES ESPECIALES			
<p>El Director Responsable de Obra, y en su caso, el Corresponsable en instalaciones deben cumplir con lo dispuesto en la Normas Oficiales Mexicanas aplicables a las instalaciones especiales y deben establecer en la Memoria Descriptiva los criterios, normas y especificaciones consideradas en su diseño.</p>	CUALITATIVA (Y2)	<p>Se hace mencion de normas externas, por lo que, se deberá colocar un vinculo que relacione a la norma que se haga referencia.</p>	La evaluación es considerada: REFERENCIA
6.2.2 PARARRAYOS			
<p>Las edificaciones deben estar equipadas con sistemas de protección a las descargas eléctricas atmosféricas que las protejan eficientemente contra este tipo de eventualidad, en los casos y bajo las condiciones siguientes: I. Todos los cuerpos construidos de más de 25.00m de altura, incluyendo aquellas cuyos tanques elevados de metal o concreto, casas de máquinas, torres, antenas, cobertizos, soportes de anuncios o cualquier tipo de apéndice, sobrepase esta altura; II. Todas las edificaciones consideradas con grado de riesgo alto de incendio; y III. Todas las edificaciones aisladas en un radio de 500.00m sin importar su altura. Se excluyen aquellas edificaciones ubicadas en el radio de 500.00m de un edificio más alto, adecuadamente protegido. Las fábricas y almacenes de explosivos así como las plantas de generación, de transmisión eléctrica y sistemas de distribución, deben contar con sistemas diseñados en base a estudios especiales.</p>	CUALITATIVA (Y3)	<p>En los modelos IFC, se podrá hacer una referencia de texto que permita lectura de la norma, para que el proyectista pueda considerar en que elementos aplica la regla, dando una opción en la que se registre si ha sido evaluado o no por el proyectista.</p>	La evaluación es considerada: CRITERIO
6.2.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD PARA PREVENIR LOS RIESGOS POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA			

Resumen de analisis de la Norma Tecnica Complementaria para el Diseño Arquitectonico.

En función de los resultados del análisis de la Norma Técnica Complementaria. Se observa de un total de 270 muestras analizadas, 177 corresponden a la Evaluación de criterio. 19 corresponden a una Evaluación de Referencia, 9 corresponden a una Evaluación de Criterio y Referencia; 7 corresponden a una Evaluación de criterio y observables, y 58 corresponden una Evaluación Observable. Esta información se puede expresar graficamente en la siguiente imagen:

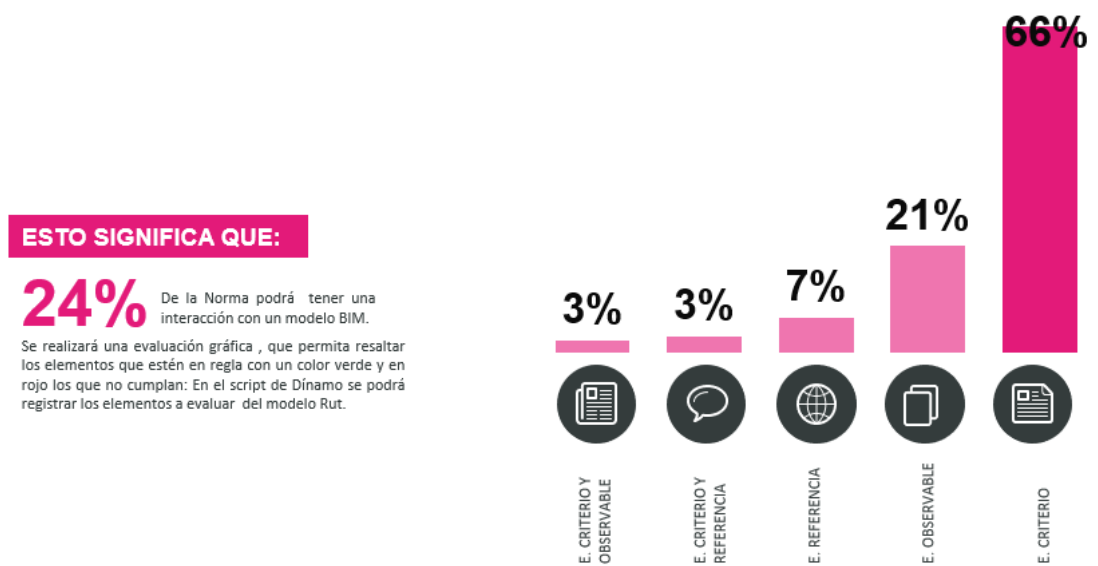


Figura No. 17A.-Grafica de resultados del analisis de la NTC para el Diseño Arquitectónico.

De acuerdo al analisis de la norma, el 24% de los apartados que forman parte de la estructura de la Norma Técnica Complementaria para el diseño Arquitectonico, solo el 24% tendria una relación directa con un modelo BIM.

B. ENFOQUE PRÁCTICO

Esta etapa principalmente se basa incorporar la información de la NTC antes mencionada en una herramienta BIM, por lo que previamente se analizó la estructura de la norma, se generó un sistema de codificación para cada apartado, con respecto a la interpretación que se manejara dentro de los archivos IFC.

Para el caso de aplicación se seleccionó una estructura para cada código de aplicación, es decir, se evaluó tres apartados de la norma que correspondan al sistema de codificación seleccionado: **Observables**

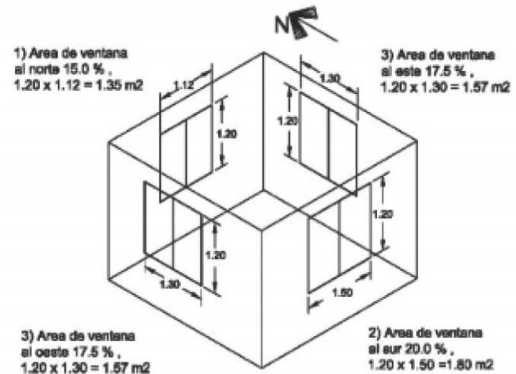
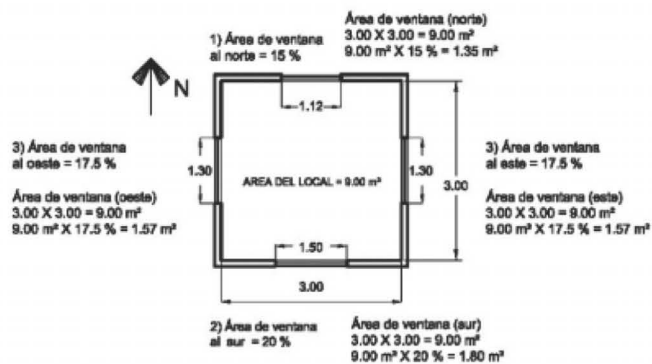
CASO DE ESTUDIO

Observable: 3.4.2 Iluminación Y Ventilación Naturales 3.4.2.1 VENTANAS.

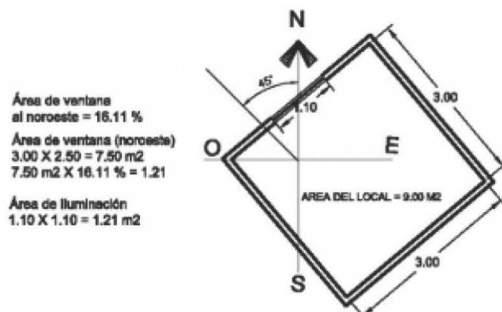
I. En locales habitables y cocinas domésticas el área de las ventanas no será inferior a los siguientes porcentajes, de acuerdo a su orientación:

- | | |
|-----------------|--------|
| 1) NORTE | 15.0 % |
| 2) SUR | 20.0 % |
| 3) ESTE Y OESTE | 17.5 % |

Área de local = $3.00 \times 3.00 = 9.00 \text{ m}^2$



a) Los valores para orientaciones intermedias a las señaladas podrán interpretarse en forma proporcional.



Para las dimensiones de la ventana que se encuentra en el orientaciones intermedias, como en el caso de $\pm 45^\circ$ respecto a una dominante, se aplicara la siguiente tabla:

- | | |
|--------------------|---------|
| Noreste - Noroeste | 16.11 % |
| Sureste -Suroeste | 18.61 % |

Figura No. 17B - Caso de estudio, ejemplo de aplicación- iluminación y ventilacion natural.



ETAPA 1: Calidad y estandarización de modelos BIM.

Si aceptamos que trabajar en BIM supone gestionar toda la información que se genera a lo largo del ciclo de vida de un activo, estaremos de acuerdo en que es necesario disponer de una estructura para que esta base de datos sea eficiente.

La información que contiene un modelo BIM está íntimamente relacionada con la construcción virtual, consistente en agregar de una forma específica, ordenada y coherente lo que denominamos “objetos”. La yuxtaposición de objetos acaba generando un modelo de edificio o de una infraestructura, constituyendo una base datos gráficos y no gráficos aportados por cada objeto al conjunto.

Para esta investigación es importante establecer la correcta forma en la que se genera la base datos que supone BIM, por ello la necesidad de asegurar la calidad de los objetos que se utilizan, ya que repercutirá de forma directa sobre la calidad global del propio modelo, y por ende la investigación. No hay un modelo BIM de calidad sin objetos de calidad.

El trabajo en BIM es colaborativo por naturaleza, lo que lleva a que especialistas en distintas áreas de conocimiento, configuren modelos que terminaran complementándose mutuamente en la definición de un activo. En este sentido, y frente a la necesidad de transmitir o intercambiar información contenida en los modelos, se precisa un acuerdo en los criterios que configuran los objetos que se incorporan.

La digitalización de la información mostrada bajo un mismo estándar, facilita evaluaciones comparativas objetivas que permitan optimizar y aplicar las decisiones más eficientes en cada caso concreto. Por ello se debe considerar la estandarización de la información de los modelos BIM, permitirá analizar y extraer conclusiones de la comparación de proyectos distintos, lo que parece indispensable si se pretende una eficiencia global del sector de la Construcción.

Para efectos de esta investigación se ocupó los códigos de estándar eCOB®⁴² (ver Anexo 3) el cual ha sido desarrollado bajo esta perspectiva y pretende ser una propuesta abierta y evolutiva. Abierta, para que sea útil en la creación de objetos a cualquier empresa que se dedique a ello, a los profesionales del sector, entidades, organismos, fabricantes y asociaciones que representen a diversos subsectores que producen o gestionan los productos de la construcción. Evolutiva, para que sea capaz de adaptarse y encajar con las características propias de cada tipología de productos en las distintas fases del ciclo de vida, así como a las necesidades y el progreso en el entorno de trabajo BIM.

ETAPA 2: Construcción Virtual

En esta etapa trabajaremos con Dynamo, Dado que el programa está liderado por Autodesk, aunque publicado bajo una licencia de código abierto, se relaciona muy bien con Revit. En este proceso se realiza los scripts del caso de aplicación (Observable) correspondientes a la NTC antes mencionada, la cual analizará y evaluará los modelos BIM. La principal característica del proceso es la inclusión de la programación al modelo de Revit, desde Dynamo.

Comenzamos con el Script Observable: correspondiente a 3.4.2 Iluminación Y Ventilación Naturales 3.4.2.1 VENTANAS. Para el dimensionamiento de ventanas se tomará en cuenta lo siguiente:

“El área de las ventanas para iluminación no será inferior al 17.5% del área del local en todas las edificaciones a excepción de los locales complementarios donde este porcentaje no será inferior al 15%; “ (Gasetta, Abril 2019)⁴³

Con Revit 2015 o Revit 2016, Dynamo se encuentra dentro de COMPLEMENTOS. Mientras que si están Revit 2017, Revit 2018 o Revit 2019 lo encontrarán dentro de GESTIONAR.

⁴² eCOB (2018) *Estandar de creación de objetos BIM*. (www) Disponible en : <https://ecobject.com/estandar-ecob/>

⁴³ Gasetta, O. d. (Abril 2019). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Trillas.



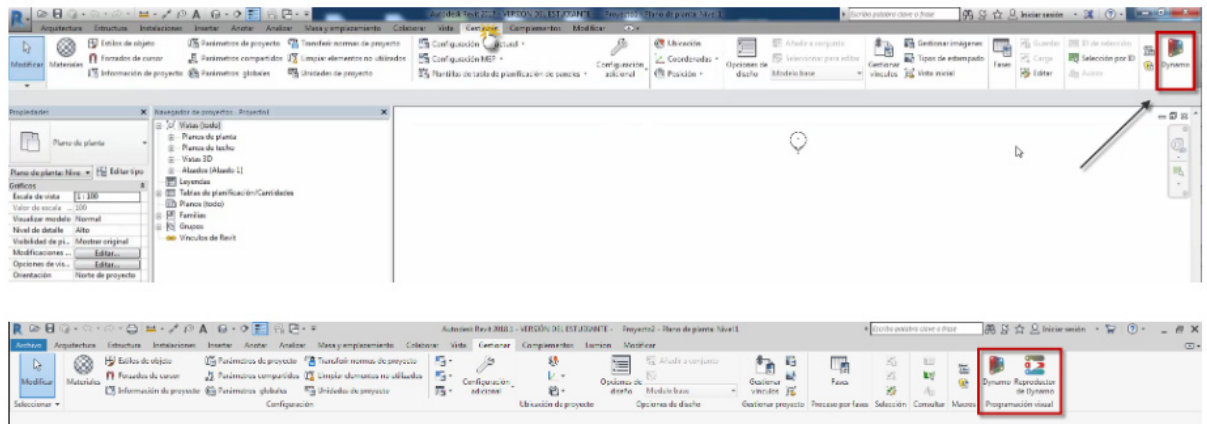


Figura No. 18- Ubicación de Dynamo en la interfaz de Revit, versiones 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

Dynamo es un programa de scripts visuales que permite crear algoritmos personalizados a fin de procesar datos y generar geometrías. Con Dynamo, puede generar código sin tener que disponer de conocimientos de codificación.

a) Selección de elementos:

La primera etapa del script en Dynamo es la selección de los elementos que permitirán la evaluación del cumplimiento correspondiente a las dimensiones de ventanas. Los elementos que se deben interpretar estarán en relación con las áreas de locales y las dimensiones de ventanas.

Existen dos modos de selección:

Seleccionar ciertos elementos del modelo. Siendo nosotros los que decidimos que elementos seleccionamos y cuáles no (pinchando en el modelo sobre ellos). Es una selección estática, a menos que volvamos a seleccionar, los elementos seleccionados son siempre los mismos.

Seleccionar todos los elementos de una categoría, tipo o familia. Es un modo de selección dinámico, si se crean en el modelo de Revit más elementos de esa categoría, en el momento de correr la definición se añadirán a la lista de elementos seleccionados.

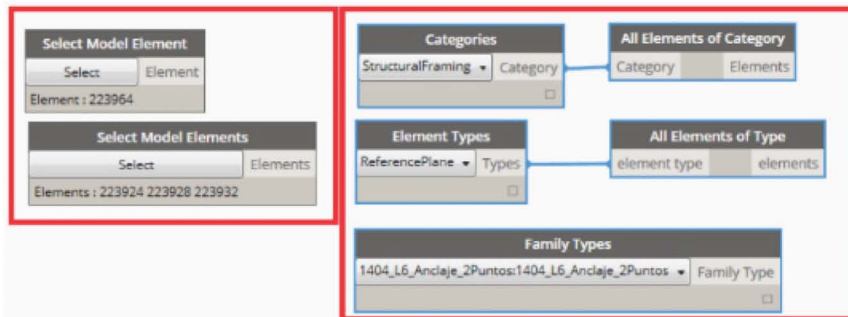


Figura No. 19.- Nodos que permiten la selección de los elementos existentes en Revit.

b) Package Manager

Para un uso básico, es idóneo potenciar el uso de nodos y paquetes. Existen muchos paquetes descargables de gran utilidad, para este nivel de desarrollo de script se hizo uso de los siguientes paquetes básicos: Dominadynamo, Clockwork y Archi-lab Grimshaw.

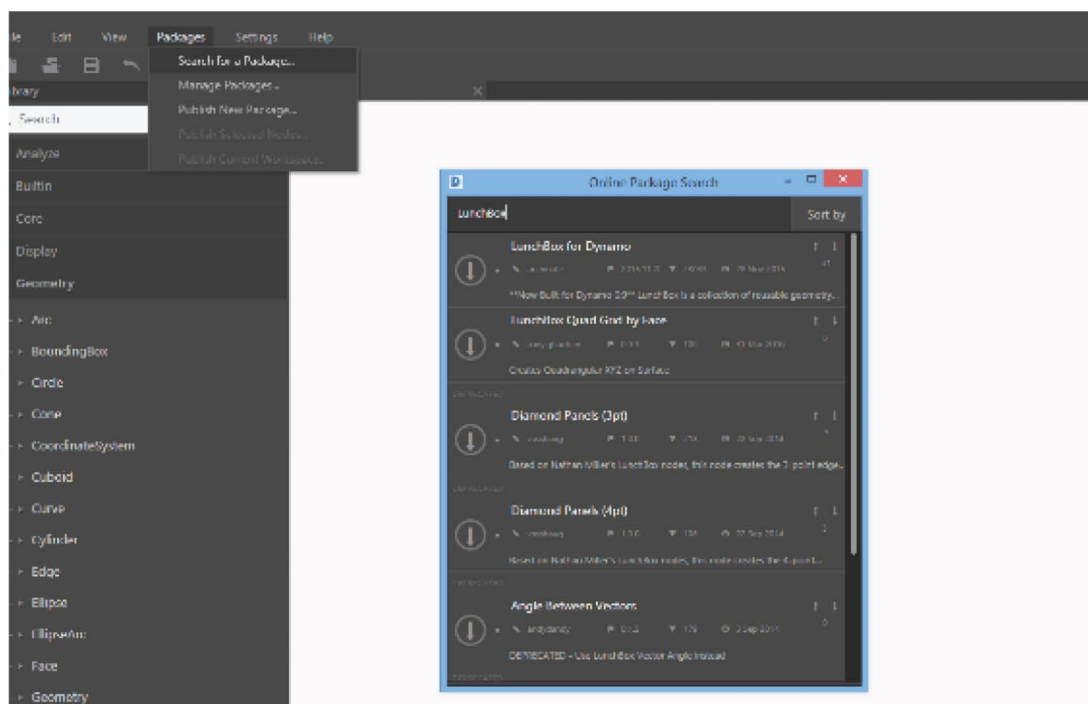


Figura No. 20.- Interfaz de Dynamo, descarga de paquetes básicos para la ejecución del script de la norma, Dominadynamo, Clockwork y Archi-lab Grimshaw.



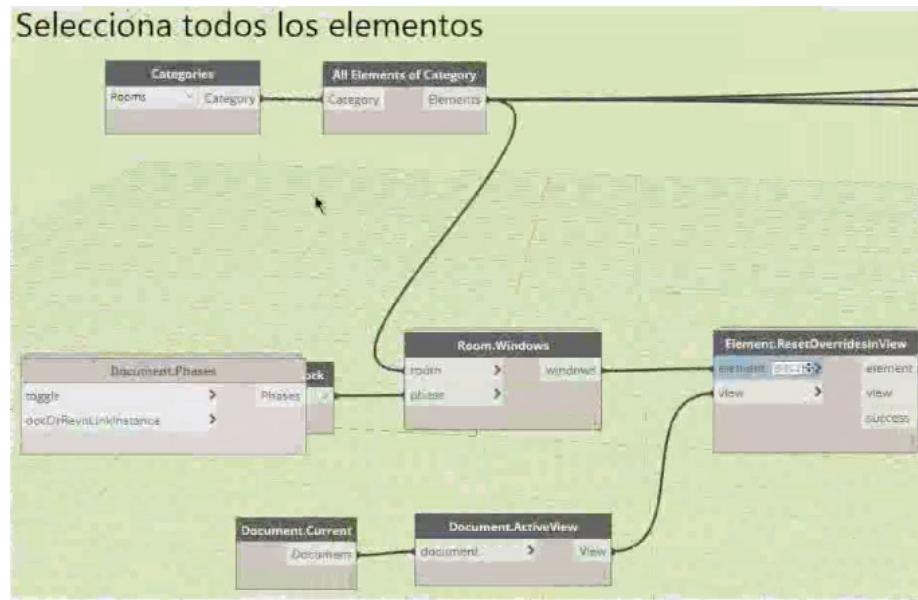


Figura No. 21- Esquema que representa el contexto actual de las herramientas CAD.

Si bien una de las ventajas de Dynamo es que su interfaz visual permite nodos sencillos de identificación relacionados directamente con los elementos de Revit. De hecho, muchas de las bibliotecas de Script que se ocupan ya están disponibles en la plataforma de nodos. Con ello se pudo establecer la relación directa.

c) **Secuencia constructiva:**

Se analiza la compatibilidad de la información, para ello se ocuparon secuencias de comando que Dynamo proporciona a Revit, con las acciones siguientes.

- Colocar componentes adaptativos respecto a varios elementos seleccionados en un modelo de Revit
- Identificar áreas que estén dentro de una tolerancia y modificar colores de la vista activa para comunicar la tolerancia
- Importar una forma sólida a Revit
- Identificar el área correspondiente de un espacio arquitectónico y de las ventanas que se encuentran en ese espacio.
- Relación entre área de espacio y área de ventana, verificando cumplimiento con la proporción mínima indicada en la norma: 17.5% para iluminación y 15% para ventilación.

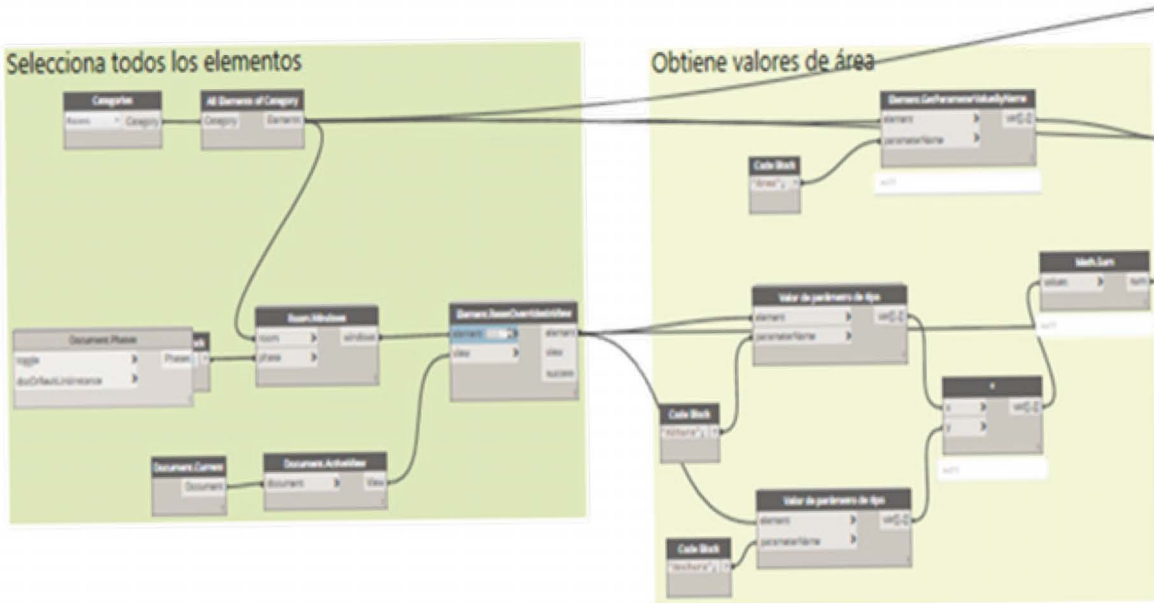


Figura No. 22.- Esquema que representa el contexto actual de las herramientas CAD.

Al crear la secuencia de comandos, cada elemento de estructura que se incluye en un nodo:

- Se describe mediante los filtros disponibles.
- Se etiqueta mediante un índice de base cero; la conexión se coloca en función de los índices.

Es importante que el orden de los elementos que se obtienen como entrada para el nodo de creación de conexiones sea correcto: se elige siempre el mismo índice para el mismo elemento de entrada en todas las situaciones en las que se utilice ese elemento específico.

El proceso para visualizar el avance del scrip con Revit, consistió en ocupar un modelo básico de departamentos, en cual sirvió como ejemplo para evaluar el dimensionamiento correcto de las ventanas, de acuerdo a la norma técnica de iluminación y ventilación natural. Como se observa en la Figura No. 23.



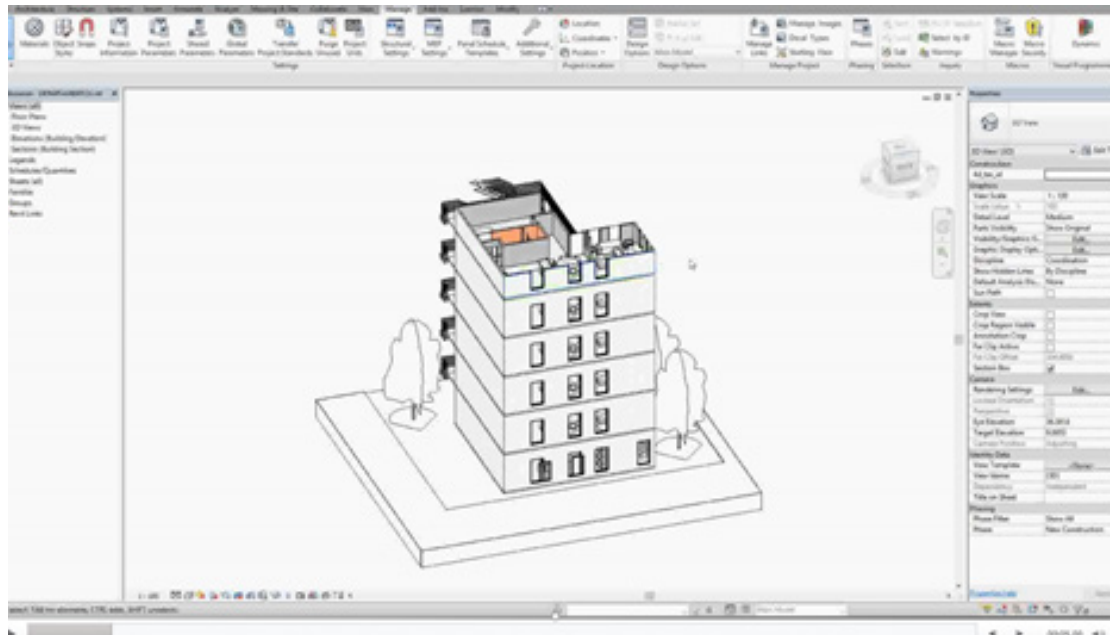


Figura No. 23.- Diseño de departamentos ejemplo para evaluación del scrip de la NTC.

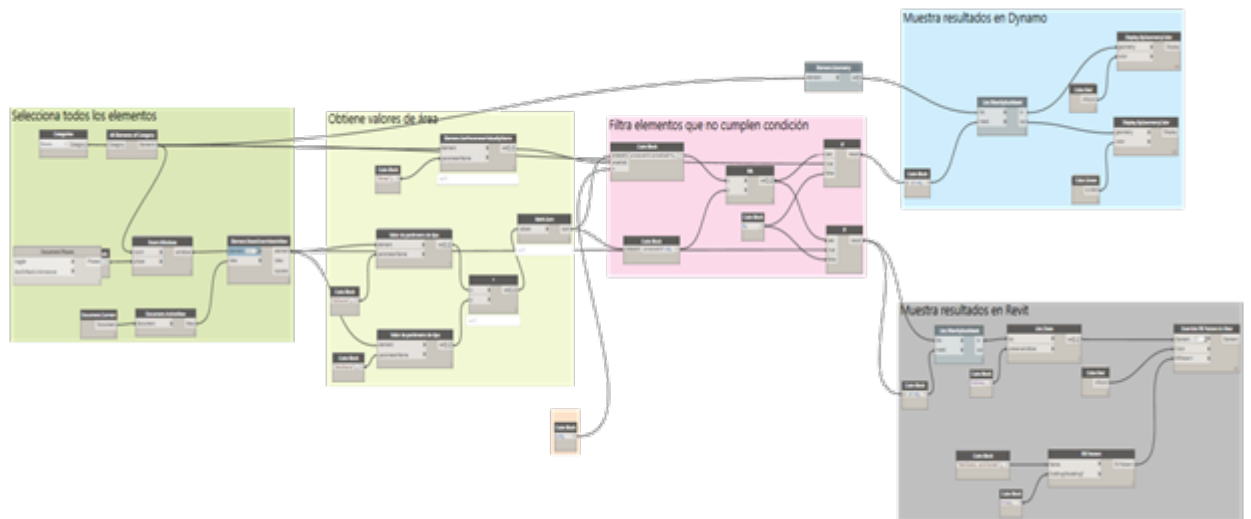


Figura No. 24.- Script completo para evaluación de dimensiones de ventanas en cumplimiento con la norma.

g) Simulación de la evaluación en modelo prueba:

Para la evaluación del script, se anexaron dos nodos de visualización directa tanto en el modelo de Revit, como en la plataforma de Dynamo. también cabe destacar que se anexo una tonalidad de colores para evaluar el comportamiento de los elementos. Pintando de verde los elementos que cumplen con la dimensión de ventanas para proporcionar la ventilación correcta, y pintando de color rojo las áreas que no están en regla.

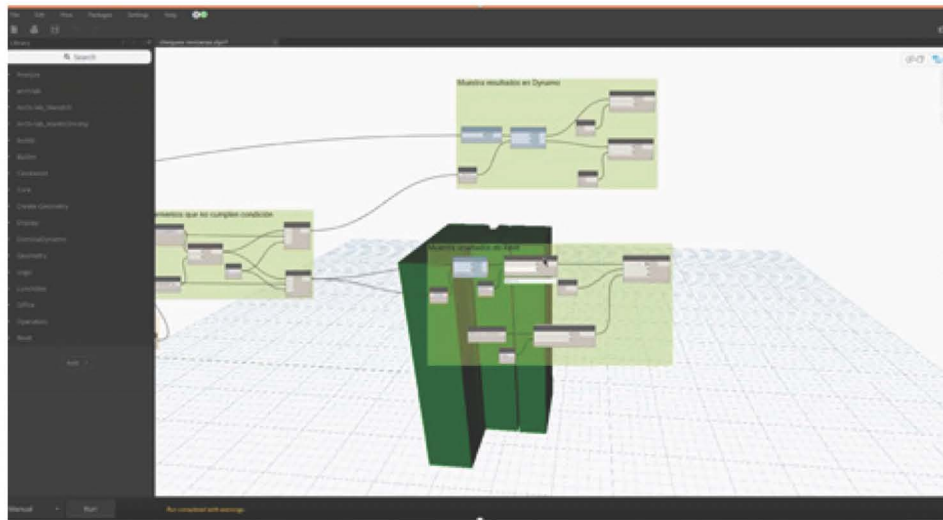


Figura No. 25.- Esquema de evaluación, donde el color verde indica que cada área del modelo cumple con los requisitos mínimos de iluminación y ventilación que se indican en la NTC. para el diseño Arquitectónico.

ETAPA 3: Visualización y uso del Script para usuarios de Revit.

Con el fin de adecuar el script de la norma a usuarios de la metodología BIM, se opta por la utilización del Reproductor de Dynamo para la ejecución de secuencia de comandos en automático. Esta función evita tener que aprender y utilizar Dynamo para efectuar ajustes específicos del proyecto en la secuencia de comandos. Esto facilita a los usuarios que no están familiarizados con la programación de Dynamo, ocupar el script diseñado para la verificación de la norma.



La finalidad de la construcción virtual es que el modelo sea utilizado en la etapa de diseño del proyecto, es por ello que luego de terminado la etapa de construcción virtual se genera la evaluación del modelo, que le permita al Arquitecto verificar el cumplimiento de su diseño con respecto a la NTC, en este caso con la norma de ventilación e iluminación de un edificio.

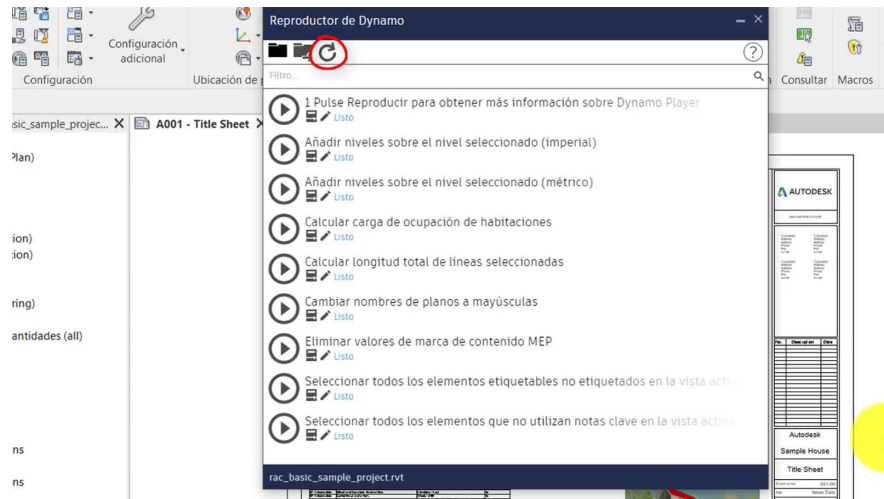


Figura No. 26.- El Reproductor de Dynamo proporciona una forma sencilla de ejecutar secuencias de comandos de Dynamo en Revit.

Resultados alcanzados

Encuesta para la evaluación de los cripts de Dynamo y el Reproductor de Dynamo, con usuarios de Revit BIM.

De los 40 usuarios a los que se propuso la encuesta, contestaron 35, lo que implica aproximadamente un 87.5%. Sus respuestas fueron las siguientes:

1.- ¿Como valoras esta iniciativa?

Resultados	1	2	3	4	5	Media	Moda
Es bien recibido por la mayoría de los usuarios.	1	1	2	3	28	4.60	5

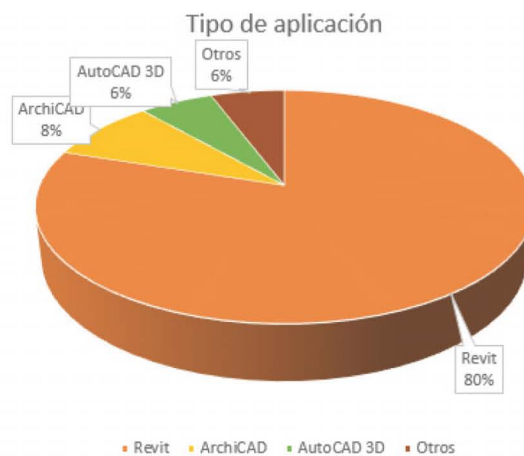
2.- ¿Descargarías esta aplicación?

Resultados	1	2	3	4	5	Media	Moda
Es bien recibido por la mayoría de los usuarios.	0	0	0	3	32	5.34	5

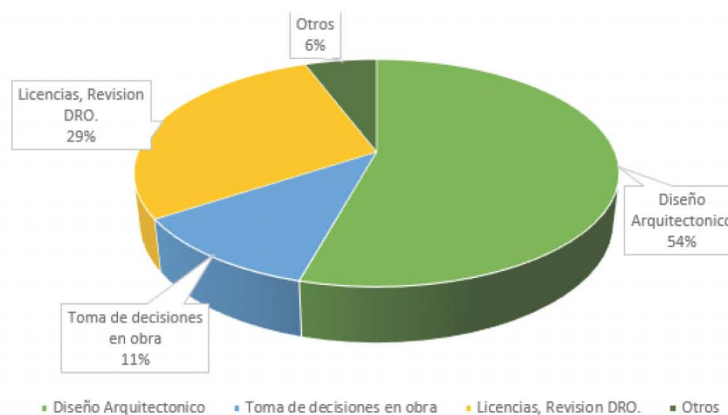
3.- ¿Qué tan accesible encontraste el uso de la aplicación?

Resultados	1	2	3	4	5	Media	Moda
Existieron discrepancias en el momento de acceder a la aplicación, por el uso del nuevo reproductor de Dynamo.	0	2	3	7	23	4.45	5

4.- ¿Con qué aplicación te gustaría acceder a la aplicación?



5.- ¿En que etapa del proceso de diseño del proyecto ejecutivo ve viable el uso de esta aplicación?



6.- ¿Te gustaría que la aplicación incluyera alguna propuesta de solución a las evaluaciones que contengan resultados no aprobatorios? (1: Totalmente en desacuerdo, 5: Totalmente de acuerdo”, se han obtenido las siguientes respuestas:

Resultados	1	2	3	4	5	Media	Moda
Incluir actividad susceptible de ser evaluada.	0	0	3	5	27	4.68	5
Poder interactuar con otros usuarios del equipo a través de la aplicación.	2	2	4	9	18	4.11	5

7.- ¿Qué ventajas crees que te daría la aplicación con respecto a la verificación de las Normas Técnicas Complementarias?

Las principales respuestas fueron las siguientes:

- Más de un 41% respondieron que les proporcionaría una mayor eficacia para evaluar los diseños de construcción.
- Un 34% contestaron que sería de gran ayuda para la evaluación que realiza el DRO con respecto a los proyectos arquitectónicos. así como la pronta liberación de licitaciones.
- Un 20% contestaron que servirá en la toma de decisiones cuando se presentan cambios en la Obra, llamados Boletines.
- y un 5% contestaron que servirá para estandarizar y controlar el cumplimiento de las Normas de Construcción en las obras públicas y privadas.

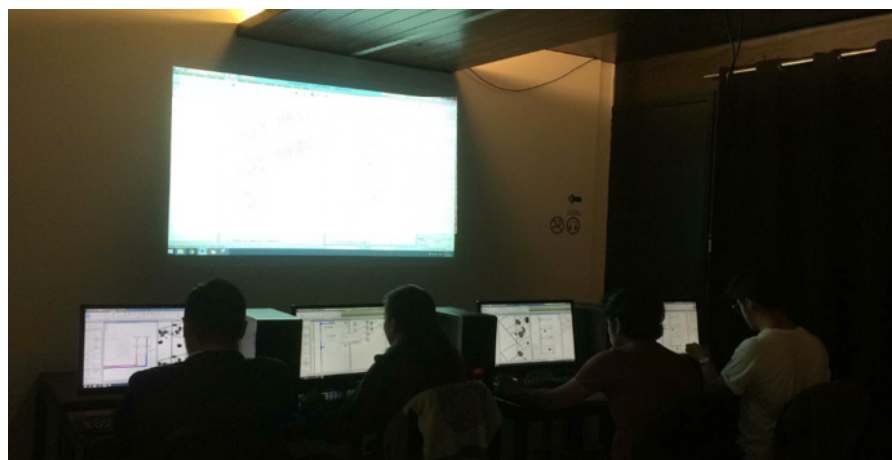


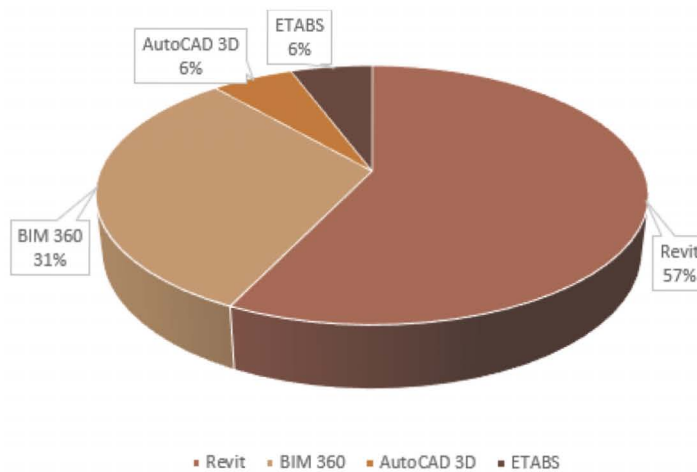
Figura No. 27.-Grupo de Ingenieros y Arquitectos usuarios de Revit evaluando en desempeño de la aplicación, herramienta que evalúa el cumplimiento de la Norma Técnica Complementaria.

8.- ¿Que otras mejoras incluirías en la aplicación?

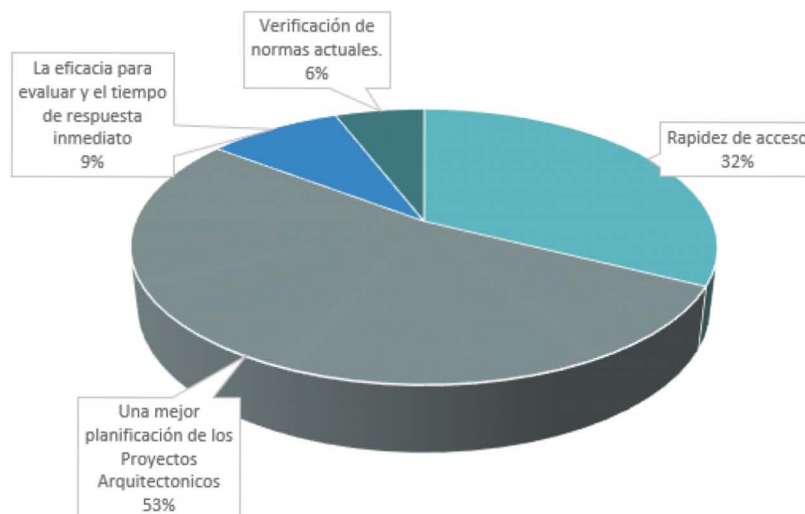
Otras funcionalidades destacadas que consideran positivas serían:

- Posible solución a los factores que no cumplen con la normativa evaluada.
- Chat: Poder crear grupos de chat con los miembros del grupo y así realizar la toma de decisiones y o posibles cambios en el diseño.
- Integrar a este tipo de plataformas diversas Normas de Construcción, NOM, y NMX.

9.- ¿En que plataforma de BIM te gustaría ocupar este tipo de aplicación?



10.- Ventajas más significativas de la aplicación destacan las siguientes:



DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En función de los resultados de la encuesta para la evaluación de la herramienta BIM que revisa el cumplimiento de la Norma Técnica Complementaria. Se observa que un 4.60 sobre 5, valora la iniciativa de este tipo de herramientas para el constructor, y por otro lado con un 5.34 sobre 5 su disponibilidad de descargar esta herramienta para el desarrollo de proyectos a futuro.

Existieron discrepancias con la forma de usar la herramienta en nuevas versiones de revit 2019. (ya que es en esta versión cuando se incorpora a la interfaz el reproductor de Dynamo) con un total de 4.46 sobre 5, ya que si se esta trabajando en una versión mas antigua a la antes mencionada se debera abrir el scrip desde la pestaña de dynamo. lo cual lo hace mas laborioso en su aplicación.

Se cuestionó la mejor aplicación para acceder a esta herramienta que verifica el cumplimiento de las Normas Técnicas Complementarias: con respuesta de un 80% aceptable para Revit, un 8% para ArchiCAD y un 6% de respuesta para AutoCAD. Así mismo se observo que la plataforma de trabajo que el usuario desearia ocupar con este tipo de herramienta de verificación de Normas Técnicas Complementarias, entre los principales esta un 57% de respuesta para Revit, un 31% de respuesta para BIM 360, un 6% para usuarios de AutoCAD 3D y un 6% para usuarios de ETABS⁴⁴.

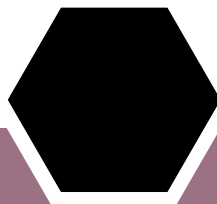
Entre las ventajas más significativas que resalto el usuario es: la importancia de este tipo de herramientas para evaluar los diseños de construcción con un 41% de respuesta, Un 34% contestaron que sería de gran ayuda para la evaluación que realiza el DRO con respecto a los proyectos arquitectonicos. así como la pronta liberación de licitaciones. Un 20% contestaron que servirá en la toma de decisiones cuando se presentan cambios en la Obra, llamados Boletines. y un 5% contestaron que servirá para estandarizar y controlar el cumplimiento de las Normas de Construcción en las obras públicas y privadas.

⁴⁴ ETABS es un software innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento de edificios. Resultado de 40 años de investigación y desarrollo continuo, esta última versión de ETABS ofrece herramientas inigualables de modelado y visualización de objetos 3D, alta capacidad de poder analítico lineal y no lineal, opciones de dimensionamiento sofisticadas y que abarcan una amplia gama de materiales, esclarecedores gráficos, informes y diseños esquemáticos que facilitan la comprensión del análisis y de los respectivos resultados.

C A P Í T U L O

5

ANÁLISIS DE RESULTADOS



“El BIM es una metodología que ya ha comenzado a cambiar la manera en la que se ven los edificios, como estos funcionan y la manera en la que los mismos se construyen. Es importante entender porque estamos hablando de nuevos procesos de trabajo o necesidad de los existentes”

Spanish Journal BIM, 2016.

CONCLUSIONES

La aparición de la Metodología BIM y su creciente implantación representa un gran impulso del sector de la construcción hacia su digitalización, esto ha tenido muchas consecuencias, entre ellas la aparición de un gran número de soluciones integrales que intervienen en todo el proceso de la edificación de un proyecto arquitectónico. Es claro que la complejidad de la información que se puede introducir en un modelo BIM y los diversos contextos de uso donde se está utilizando, ha permitido a los propios usuarios, desarrollar aplicaciones y herramientas que permitan la innovación dentro de esta forma de trabajar.

Claro está, que la innovación bottom-up tiene el potencial de prevenir la excesiva estandarización formal que puede resultar del uso de herramientas genéricas, al ser desarrollada para satisfacer las necesidades más estándares y genéricas de la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, en este caso: La verificación de cumplimiento de la NTC para el diseño arquitectónico desde un modelo de información para la construcción, modelos BIM.

Las conclusiones obtenidas tras la elaboración de este trabajo cuyo objetivo es evidenciar y valorar el impacto de incorporar la verificación de normas de construcción de la ciudad de México en la metodología BIM (Building Information Modeling) como un instrumento de gran eficiencia y eficacia para controlar el cumplimiento de las normas de construcción en proyectos arquitectónicos, son:

1. 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.
2. El uso de Dynamo como plataforma para programar e integrar las normas Técnicas complementarias ha sido de gran ayuda, ya que, aun sin el manejo de un nivel alto de Programación, fue posible generar los códigos para integrar y evaluar las Normas para caso de estudio.
3. BIM propone un cambio radical en la gestión de los proyectos a través del desarrollo de una representación digital con información de producto (un modelo único), que deberá ser enriquecido por todos los involucrados en sesiones colaborativas. Para obtener mejores resultados en el modelo se debe involucrar desde etapas tempranas a los propietarios, proyectistas, proveedores estratégicos, contratistas y constructor.

4. La primera conclusión extraída del análisis del marco normativo es la importancia de la interpretación de la escritura de la NTC en el proceso de incorporación a los archivos IFC. El trabajo realizado en la investigación, propone una forma viable de interpretar la normativa en un modelo de evaluación a modelos BIM. Sin embargo, el proceso de codificación puede ser interpretado con diferentes enfoques, la cual puede variar de acuerdo a su propio evaluador. Esto puede determinar que a futuro los requisitos reglamentarios en la Ciudad de México estarán escritos de tal manera que le permitirán la lectura, tanto a una maquina como a un ser humano, evitando la ambigüedad.
5. El éxito de la incorporación de las normas de construcción en la metodología BIM radica en el enriquecimiento del modelo por parte de los involucrados, por ello es necesario que exista un responsable, quien tendrá como función principal verificar e identificar el diseño e incompatibilidades detectadas por los modeladores, agendar y convocar a los involucrados a las sesiones de trabajo y establecer los plazos para el cumplimiento.
6. Es importante establecer lineamientos básicos para la utilización de los scripts que contienen la verificación de las normas, desde etapas iniciales, por ello es necesario que se elabore un manual de procedimientos para ser compartido por el equipo (BIM manager, modelador BIM y usuario BIM), el mismo que se irá mejorando conforme se implemente.

RECOMENDACIONES

1. Como BIM y toda nueva tecnología requiere de un proceso de maduración se recomienda su difusión de los conceptos, beneficios y limitaciones a nivel de pre grado en las universidades.
2. Se debe crear en los proyectistas la necesidad del uso de BIM para que sus procesos sean más eficientes y agreguen valor a sus clientes a través de productos bien desarrollados y con información completa.
3. Se debe crear alianzas estratégicas con los principales personajes que influyen en la verificación de la normativa de construcción para que desarrollen conciencia de involucrar estas herramientas al Sector de la construcción, a fin de que sea mas viable la adaptación de nuevas herrmaientas en la metodología BIM.



BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. (1983). Collective Invention. *Journal of Economic Behavior and Organization*, , 4,1-24.
- bimcommunity. (24 de 10 de 2016). Obtenido de <https://www.bimcommunity.com/news/load/329/la-situacion-actual-del-bim-en-el-mundo>
- Cabrera, F. M. (2013). "Observancia del Reglamento de construcciones en las edificaciones nuevas del Distrito Federal". México D.F: Unidad de Maestría y Doctorado de Ingeniería; UNAM.
- Charles, M Eastman. " *The Use of Co puters Instead of Drawings In Building Design*" *AIA Journal* (March 1975)
- EADIE, R. B. (s.f.). BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. *Automation in Construction*.
- Ernstrom, B., Hanson, D., & Hill, D. (2011). *The contractors' guide to BIM*. First edition, The associated general contractors of america.
- Erosa, E. d. (s.f.). *Introducción a la teoría de la arquitectura*. Estado de MExico: Red Tercer Milenio S.C.
- Fraile, A. M. (2011-2014). *DE LAARQUITECTURA PARAMETRICA A LA MORFOGENESIS SUSTENTABLE* . Universidad de Buenos Aires: Proyecto UBACyT (056). Obtenido de <https://mfraile.files.wordpress.com/2012/03/morfogc3a9nesis-digital-sustentable.pdf>
- Gaseta, O. d. (Abril 2019). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Trillas.
- Gustavo Ferreiro, J. P. (07 de 03 de 2016). Conferencia de "Diferencias entre Revit, Archi-Cad, Allplan, y AECOSim".
- Jeong Y. S., E. C. (2009). Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete. "Automation in Construction". ELSEVIER.
- Laguna Hernandez, M. (2013). *Propuesta para generar modelos de construcción BIM de proyectos de edificación*. Mérida, Yucatán.: Universidad Autonoma de Yucatán.
- Lockamy III, A. &. (2004). The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. *El desarrollo de un modelo de madurez de los procesos de gestión de la cadena de suministro utilizando los conceptos de orientación*.
- SupplyChain Management: An International Journal, Maguire, M. (2001, October). Context of use Within Usability Activities. *International Journal of Human-Computer Studies* 55 (4).
- Martinez, C. A. (2017). "Construcción de metodologías BIM (Building Information Modeling) y los gestores de la información Arquitectónica". Mexico. CDMX: Universidad Nacional Autonoma de México.

- Monfort Pitarch, C. (julio de 2015). "Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura". Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55201/MEMORIA_TFG_MONFORT_PITARCH,CARLA_144_11406249496792971937922144995.pdf?sequence=3
- Moreno, S. H. (mayo - agosto 2014). Planeación de la vida útil en proyectos arquitectónicos. Temas de ciencia y tecnología vol. 18 num 53, pag. 53-58.
- Prieto Muriel, A. R. (2015.). BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción. Spanish Journal of BIM nº 15-02.
- Quirk, V. (7 de diciembre de 2012). "A Brief History of BIM". . Obtenido de ArchDaily. : <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>
- Reddy, K. (2012). BIM for building owners and developers: making a business case for using BIM on projects. EEUU: John Wiley & Sons.
- RIBA, P. O. (7 de Julio de 2016). Associate Director BIM. Obtenido de <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/bim-future-regulation-compliance/24889/>
- Saldarriaga Roa, A. (2010). Pensar la Arquitectura: un mapa conceptual. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Succar, B. (2008). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for. Automation in Construction, 19.
- Tazzer, M. M. (Agosto 2014). El espacio y el diseño. Decima Segunda Edición Septiembre 2012.
- Underwood, J., & Isikdag, U. (2010). Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies. Uk, and Turkey.
- Von Hippel, E. (2005). Democratizing Innovation. . Cambridge: MIT Press.
- Weygant, R. S. (s.f.). BIM Content Development: standards, strategies, and best practices. pp. 8-14. : ISBN 978-0-470-58357-9.



ANEXOS

Cronología de la evolución de BIM. Cambios tecnológicos fundamentales

Las primeras ideas de metodología BIM aparecen en el artículo “Aumentando el intelecto humano” (1962), de Douglas C. Engelbart, donde habla de la idea de un nuevo arquitecto y una nueva forma de trabajar más interrelacionada y detallada.

A lo largo de la década, son muchos los investigadores que desarrollan programas informáticos y nuevos conceptos de trabajo como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), pero fue en 1963 cuando Ivan Sutherland creó el primer programa informático para el modelado de objetos SketchPad e introdujo conceptos de modelado tridimensional, simulaciones, CAD y realidad virtual. Lo que dio pie a la interacción entre los modelos conceptuales y los modelos constructivos.

Antes de empezar a usar el concepto BIM con Graphisoft, hubo dos personajes clave, en la historia de BIM. Charles M. Eastman y Jerry Laiserin. Ambos fueron grandes difusores del concepto. Eastman desde inicios de los años 70 publicó numerosos artículos académicos y libros como “The Use of Computers Instead of Drawings In Building Design” donde describía su concepto de Building Description System:

“...definiendo interactivamente elementos, derivando secciones, planos, vistas isométricas o perspectivas de la misma descripción de elementos. Cualquier cambio o arreglo sería hecho solamente una vez para todos los dibujos. Todos los dibujos derivados de la misma disposición de elementos serían automáticamente consistentes, cualquier tipo de análisis cuantitativo podría ser generado fácilmente, proporcionando una sola base de datos integrada para análisis visuales y cuantitativos...”.

Paralelamente, en muchas publicaciones, se habla de que fue Jerry Laiserin quien popularizó el término BIM como un concepto común para la representación digital de procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar e interoperar la información en formato digital.¹

¹ Dataedro. “Origen del BIM”. Disponible: <http://www.dataedro.com/index.php/es/acercadelbim>

A la vez que el concepto se iba definiendo, fueron apareciendo diferentes softwares²:

1978 - Se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984: un entorno completamente dedicado a la arquitectura y construcción.

1980 - Había varios sistemas desarrollados en Inglaterra que se aplicaron a proyectos construidos. Estos incluyen GDS, EdCAAD, Cedar, RUCAPS, Sonata y Reflex.

1986 - El sistema de software desarrollado por RUCAPS GMW fue el primer programa en utilizar el concepto de puesta en fase temporal de los procesos de construcción.

1987 - La empresa Graphisoft con Gábor Bojár a la cabeza, empezó a usar por primera vez el concepto BIM, llamándolo Virtual Building y utilizando para ello el software ArchiCad, el primero capaz de crear dibujos en 2D y 3D y el primero disponible en ordenadores personales. Sin embargo, debido a las circunstancias poco favorecedoras en las que se desarrolló, no fue hasta el período de 2007-2011, cuando el programa fue capaz de trabajar en proyectos de cierta envergadura. En la actualidad han realizado modificaciones considerables, y se ha convertido en uno de los softwares más importantes de trabajo en BIM4.

1988 - La fundación del Centro de Ingeniería de Instalaciones Integradas (CIFE) en Stanford dirigida por Paul Teicholz marca otro hito en el desarrollo de BIM, ya que esto crea una fuente de estudiantes de doctorado y colaboraciones con la industria para promover el desarrollo de modelos de construcción de cuatro dimensiones con atributos de tiempo para la construcción.

Esto marca un punto importante en el que dos tendencias en el desarrollo de la tecnología BIM se dividirían y desarrollarán en los próximos dos décadas. Por un lado, el desarrollo de herramientas especializadas para múltiples disciplinas para servir a la industria de la construcción y mejorar la eficiencia en la construcción. Y, por otro lado, el tratamiento del modelo BIM como un prototipo que se podría probar y simular contra los criterios de rendimiento.

²Quirk, V. (2012) "A Brief History of BIM". ArchDaily. Disponible: <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim/>



1994 - Se funda la IAI, Alianza Internacional de Interoperabilidad, en EE.UU., precursora de Building Smart, iniciativa para crear un consorcio de empresas para crear unas clases de C++ para soportar un desarrollo integrado de aplicaciones. Generan el primer estándar de intercambio, el IFC.

2000 - La empresa Charles River Software de Cambridge, MA. desarrolló un programa llamado Revit, que utilizaba un motor de cambios paramétricos.

2002, Autodesk compró Revit, promocionándolo por encima de su propio programa Architectural Desktop y llevándolo a competir en la actualidad por el liderazgo de los programas más usados en entorno BIM.

Revit revolucionó el mundo del modelado de información mediante la creación de una plataforma que utiliza un entorno de programación visual, creando familias paramétricas y permitiendo un atributo de tiempo para ser añadido a un componente; permitiendo una cuarta dimensión asociada con el edificio modelo. Esto permite a los contratistas generar programas de construcción basados en los modelos BIM y simular el proceso de construcción.

Anexo 2

Del CAD al BIM

A mediados de los años 80, Autodesk lanzó al mercado el software Autocad, generando una revolución en el mundo de la arquitectura y la construcción, pues su uso permitió dejar atrás un sistema artesanal de generación de planos y por lo tanto de proyectos. Autocad ha ido evolucionando a lo largo de los años, permitiendo separar las líneas en capas, corregir errores de dibujo fácilmente, trazar con mucha precisión y finalmente modelar en tres dimensiones.

En el cambio del dibujo a mano, a Autocad, se redujo el tiempo invertido y la capacidad de corregir errores, mediante una herramienta informática, pero el concepto era el mismo: se seguían generando los mismos planos y la información no variaba. Sin embargo, con BIM, el cambio va más allá. Una fachada en BIM, no solamente son unas líneas que tienen la apariencia de fachada, ahora esa fachada contiene información propia y de los componentes que la conforman. Además, esa fachada o cualquier elemento constructivo, es capaz de interactuar con otros elementos resolviendo la conexión entre ellos, como sería el caso de incluir una puerta en la pared.

En BIM cada componente del proyecto, contiene información valiosa para cubrir las necesidades exigidas, esa información no solamente es gráfica, como ocurre en CAD, si no que puede estar relacionada con el uso, la instalación, y el ciclo de vida del producto. Ello permite trasladar esa información a otros softwares que analicen el modelo para obtener resultados estructurales, de presupuesto o de eficiencia energética, de forma que también se puedan ir eligiendo los productos en función de sus resultados en el análisis. Para esta última parte es necesaria la implicación de los fabricantes, proporcionando las especificaciones requeridas vía su página o web, o de forma más sencilla para el proyectista, ofreciendo sus productos en formato BIM.

En resumen, podemos decir que $BIM = CAD + especificaciones^3$

³Weygant, Robert S. "BIM Content Development: standards, strategies, and best practices" pp. 8-14. ISBN 978-0-470-58357-9



CAD sólo contiene información gráfica, no tiene la capacidad de entender la relación entre sus componentes, sólo su posición en el espacio. Mientras BIM es capaz de contener información gráfica y no gráfica, que ofrece la oportunidad de generar un proyecto más completo y correcto desde un primer momento.

METODOLOGÍA TRADICIONAL, USO DE CAD	METODOLOGÍA BIM
Desarrollo fragmentado de proyectos	Desarrollo integrado de proyectos
Comunicación quebrada	Comunicación fluida y eficaz
Información en papel y 2D	Información modelo digital
Cambios manuales	Cambios automatizados
Interpretación de diseño y funcionamiento	Construcción virtual
Trabajo independiente de cada profesional	Trabajo colaborativo
Planificación inoportuna	Planificación temprana
Modelo sin parámetros físicos	Capacidad de realización de simulaciones, análisis y propuestas alternativas
Flujo de información intermitente	Flujo de información continuo

Figura No. 28.- *Tabla comparativa: Metodología CAD vs BIM⁴*

El beneficio de utilización del modelo BIM se incrementa según pasa el tiempo en el proyecto, siendo mayor durante la construcción que durante el modelado, y siendo mayor en la fase de utilización y explotación que durante la fase de construcción.

⁴ Prieto Muriel, A. Reyes Rodríguez AM. (2015) *“BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción”*. Spanish Journal of BIM nº 15-02.

Anexo 3

LA IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL MUNDO

La implantación del BIM tanto en España como en Europa es complicada, ya no por la complejidad tecnológica y económica que entraña, si no por el sector de la construcción en sí.

En comparación con otros sectores, le cuesta adaptar sus procesos productivos a la tecnología digital y utilizar las herramientas adecuadas para la gestión de toda la información que conlleva un proyecto. Esto se debe a:

- Atomización del sector. Intervienen muchos actores, cuya forma de comunicación sigue siendo la documentación en papel y los planos 2D.
- Gestión de gran cantidad de información de manera manual, mientras que BIM puede aparte de facilitar el trabajo, procesar gran cantidad de datos.
- Uso de herramientas CAD, muy extendidas para la elaboración de diseño y proyectos. Todo ello implica una baja productividad e ineficiencia.

En cuanto al ritmo de adopción de BIM, en el sector industrial su uso ha crecido considerablemente. Como se muestra en el gráfico, BIM está tardando en implementarse la mitad de tiempo que CAD en países como Reino Unido y EEUU

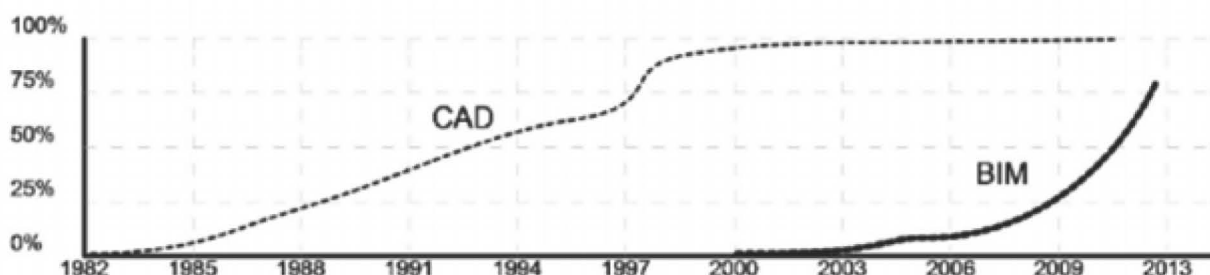


Figura No. 29- Comparación entre el proceso de implementación de BIM y CAD en Reino Unido y EEUU



Aunque existen iniciativas de implantación por parte del sector privado, se ha visto que el apoyo gubernamental es imprescindible para un crecimiento uniforme y eficaz. Es por ello, que la Unión Europea aprobó la Directiva 2014/24, en la que se requiere que toda administración pública de los estados miembros requiera BIM en los concursos de proyectos y en las licitaciones de las obras públicas a partir de septiembre de 2018, numerosos países, entre ellos España, han puesto en marcha iniciativas de implantación. Estas iniciativas consisten principalmente en la elaboración de guías y manuales, siendo las únicas normas públicas, las BSI de Reino Unido y las de Building Smart.

Un ejemplo del cambio que supone la intervención del gobierno, lo tenemos en Reino Unido, donde el porcentaje de no usuarios de BIM se ha reducido desde 2010 del 43% al 5% en 2014⁵.

España

La asociación BuildingSmart española, ha sido pionera en España en promover el uso del OPENBIM y se propuso impulsar el uso del BIM a nivel nacional implicando a todos los actores del sector, públicos y privados. AENOR constituyó en 2012 el comité de normalización AEN/CTN 41/SC13 para la organización de modelos de información relativos a la edificación y la norma civil.

Hasta el momento, se están realizando diversos congresos y encuentros en el país. El primero de ellos, el nacional EUBIM en 2013, donde se creó la iniciativa de desarrollar una guía de uso en lengua castellana que se conoce como Guía UBIM, compuesta por 13 documentos basados en los COBIM finlandeses.

Cada uno de los congresos y encuentros de usuarios, ya sean nacionales o internacionales, sirven para ayudar a las instituciones públicas y académicas a establecer el camino a seguir para la implantación del BIM en el país. A pesar de todo el esfuerzo que se realiza desde las instituciones, asociaciones y agrupaciones, la tecnología BIM en España está muy atrasada.

⁵ Prieto Muriel, A. Reyes Rodríguez AM. (2015) *“BIM como paradigma de la modernización del flujo de trabajo en el sector de la construcción”*. Spanish Journal of BIM nº 15-02.



Al igual que pasa en otros países, los profesionales son reacios a usarla, pese a los beneficios que supone. Probablemente, no entraremos en el cambio real hasta que su uso sea obligatorio desde la administración pública. En el año 2018 será obligatorio el uso de BIM en licitaciones públicas de edificación y en 2019 para licitaciones públicas de infraestructuras.

Este retraso se ve reflejado en algunas encuestas⁶ donde el porcentaje de usuarios que por lo menos han escuchado hablar de BIM, en España, ha crecido del 31% en 2012 al 46% en 2015. De los que saben lo que es BIM, muy pocos tienen conocimientos de manejo de herramientas y el 50% de ellos son autodidactas utilizando la gran mayoría, por no decir en su totalidad, el software de Autodesk. Todos son conscientes de la necesidad de un cambio tecnológico debido al estancamiento del sector constructivo, pero el primer obstáculo para la implantación de este sistema es la falta de profesionales especialistas.

Países Nórdicos

Finlandia

El BIM en Finlandia ya ha pasado la fase experimental y es una metodología consolidada en el país.

- En 2001, se comienza a usar proyectos pilotos para desarrollar y estudiar un número significativo de modelos paramétricos BIM, promovido desde la Senate Properties (Hacienda gubernamental responsable del patrimonio inmobiliario).
- En 2002, se desarrollaron guías de modelado, a través del ProIT, Datos del modelo de Producto en el Proceso de Construcción. - En 2007, se publicaron los primeros requisitos y guías.
- En 2012 se sustituyeron a las anteriores con las guías Common BIM Requirements

Dinamarca

- En el año 2006 en Dinamarca, el 50% de los arquitectos usaba BIM en alguna parte de sus proyectos.
- Desde 2007, el gobierno obliga a arquitectos, proyectistas y empresarios que participan en licitaciones públicas a cumplir con una serie de requisitos, recogidos en el Det Digital Byggeri (Construcción Digital).
- En 2011, la adopción del BIM en proyectos locales y regionales con un valor superior a los 2.700.00€ pasó a ser obligatoria.

⁶ Di Giuda, Giuseppe Martino, Villa V. (2015) *“Técnica BIM: Análisis comparativo sobre su estado en diversos países europeos y extracomunitarios. Desarrollo y difusión en el ámbito internacional”*. EUBIM

La presentación de proyectos en BIM no es obligatoria. Tienen un manual bastante básico, basado en el Senate Propierties finlandés. El desarrollo del BIM, está todavía en una fase inicial.

Islandia, Noruega y Suecia.

- En Islandia, se lleva implantando el BIM desde 2007 y se adoptaron las guías finlandesas
- Es obligatorio la presentación de proyectos después del concurso de licitación.
- En Noruega, la sociedad Norwegian Directorate of Public Construction an Property, ha promovido el uso el BIM durante todo el ciclo de vida del edificio y el formato IFC a partir de 2010 para todos los proyectos. En 2013 publicaron el BIM manual 1.2.1.
- En Suecia el uso de proyectos públicos en BIM no es obligatorio. Sin embargo, tienen una serie de guías desarrolladas entre los años 1991 y 2013, que definen las normas específicas para la producción de los documentos de los proyectos. En 2010 y 2013, publicaron manuales enfocados a ayudar a nuevos usuarios.

Reino Unido

En el caso del gobierno de Reino Unido, fue una de las primeras organizaciones nacionales que adopto BIM, hoy es una de las organizaciones que dio la directiva UE 2014/24 en la que invita a los Estados miembros fomenten, especifiquen y requieran el uso de Building Information Modeling (BIM) en los proyectos de construcción financiados con fondos públicos de la UE a partir de 2016.

La institución encargada del ámbito BIM es la British Standards Institution (BSI), la cual se encarga de generar programas completos de normas y documentos de referencia, para el desarrollo de esta tecnología.

- En 2009 publicaron los primeros documentos de ayuda a las empresas para llevar a cabo el cambio de CAD a BIM.

- En 2011 se publica el Government Construction Strategy, un documento fundamental que fue versionado en 2012 comentando los progresos y objetivos conseguidos e implementando el programa hasta 2014. Este primer manifiesto decía que el “...Gobierno requerirá 3D BIM completamente colaborativo (con toda la información del inmueble y proyecto, documentación y datos, todos ellos en formato electrónico) como mínimo en 2016”. Significa esto que en abril de 2016 todos los proyectos públicos cumplirán como mínimo los requerimientos de BIM Nivel 2.
- También en 2011, se desarrolló la NBS National Bim Library. Desde su página web se pueden descargar infinidad de objetos BIM generados por fabricantes, así como todo tipo de información, guías y normativa inglesa.
- En 2014, se publica el National Bim Report, donde toman conciencia del uso del BIM desde 2010 a 2014. El resultado que ofrece es alentador, pues se ve una clara adaptación al método, en los tiempos fijados.

Las encuestas y los estudios son favorables y parece que el programa establecido por la BSI, cumplirá los objetivos impuestos por el Gobierno Británico, de entregar en BIM todos los proyectos de edificación contratados en el año 2016.

Alemania

A pesar de los problemas y obstáculos para aplicar la nueva metodología a las licitaciones públicas, es uno de los países que sigue de cerca el ejemplo de Reino Unido en aplicación BIM. Al igual que ellos, se ha planteado una implantación gradual mediante proyectos piloto y ayudas financieras destinadas a la transición en las empresas y proyectos de investigación¹⁵.

Se creó un “Plan de Acción de la Comisión”, que hizo hincapié en la planificación antes de construir y en digitalización de los datos relacionados con la construcción. Como continuación de estos pasos iniciales en diciembre de 2015, Alexander Dobrindt, Ministro Federal de Transporte e Infraestructura digital, ha anunciado oficialmente que el uso de BIM será obligatoria para todos los proyectos de transporte a finales de 2020.

¹⁵ BIM praxis. (2016) “*Panorama BIM en Europa: Alemania*”.(www) Disponible: <http://bimpraxis.com/panorama-bim-en-europa-alemania/>



Como otros países europeos, tras la directiva europea, Francia sigue los pasos de Reino Unido y en 2014 anunció la reforma BIM, que entrará en vigor en 2017 para los proyectos de contratación pública. Las reformas que pueda establecer Francia en esta materia son muy importantes, ya que posee el mayor mercado de construcción en Europa, seguido de Alemania y Reino Unido.

Con la reforma anunciada de 2014, se creó un grupo de trabajo cuya misión fue :

- Reflejar la situación del sector de la construcción francés, inventariando sus fortalezas y debilidades.
- Identificar las posibles áreas estratégicas de desarrollo.
- Permitir un uso generalizado de la herramienta entre todos los agentes implicados en el proceso constructivo.

Seis meses después, este grupo de trabajo presenta un informe con una serie de recomendaciones, que serán la base de la futura estrategia francesa de implementación del BIM. Confirmando la necesidad de iniciar un ambicioso movimiento que desde las instituciones públicas acompañase a toda la industria de la construcción en esta transformación hacia el BIM.

A raíz de este informe, en 2015, se crea oficialmente el Plan Transition Numérique dans le Bâtiment con un presupuesto de 20 millones de € y cuyos objetivos se dividen claramente en tres ejes o planes de acción :

- Experimentar, capitalizar, convencer y fomentar el uso de BIM dentro del sector de la construcción.
- Apoyar la mejora de las habilidades de profesionales y estimular el desarrollo de herramientas adaptadas a pequeños proyectos.
- Desarrollar un ecosistema de confianza estimulando los trabajos de normalización para permitir así la interoperabilidad de servicios y programas.

En el año 2016, se dan a conocer las primeras guías. En abril se publica la Guide méthodologique pour des conventions de projets en BIM (Guía metodológica para la elaboración de un convenio BIM) elaborada por Mediaconstruct. Esta guía sirve de soporte a todas las partes interesadas para organizar el enfoque de BIM durante todo el ciclo de vida del proyecto. En julio el grupo de trabajo del Plan Transition Numérique dans le Bâtiment publica la Guide de recommandations à la maîtrise d'ouvrage, una guía destinada específicamente a los clientes-contratista de un proyecto BIM.

También durante este año, se han realizado una serie de encuestas a los diferentes agentes implicados en el sector de la construcción para ver cuál es la situación actual (abril 2016) del BIM en Francia. En los resultados de esta encuesta, podemos ver que sólo un 11% de los agentes del sector declaran utilizar de manera regular BIM para el desarrollo de su actividad profesional.

ASIA

Corea del Sur, Hong Kong, Singapur

En Corea del Sur, la tecnología BIM es obligatoria en todos los proyectos públicos y en aquellos con importe superior a 50 millones de dólares, desde 2016. En 2010 publicaron la Architectural BIM Guide, que reduce los gravámenes del mercado industrial derivados de la adopción de la nueva tecnología. En ese mismo año, se publicó también la National Architectural BIM Guide, para reforzar un uso sistemático. - En Hong Kong, a partir de 2014, se pide el uso del BIM en todos los proyectos presentados. Desde 2009 se han emitido diferentes documentos, guías de uso, manuales... - En Singapur, se utiliza BIM ampliamente desde 2015. En 2011, introdujeron una licenciatura específica en BIM, así como cursos de modelado y dirección. También tienen guías y documentos.

Australia

En Australia la institución encargada de desarrollar la implantación de un entorno BIM es el Built Environment Digital Modeling Working Group.

- En 2012 publicaron el National BIM Guide y el BIM Management Plan Template. El primer documento es esencial, pues cualquiera que empiece un proyecto tiene que hacerle referencia y utilizarlo como un instrumento para desarrollar un plan de gestión al inicio.



También es muy importante la labor realizada por la Building Smart Australasia, quien publicó la National Information Modelling Initiative con iniciativas a cumplir a partir de 2016:

- Cada contratación pública de los nuevos edificios, requerirá un modelo BIM basado en los estándares open BIM.
- Se establecerá un equipo de expertos de supervisión de un programa de 5 años
- Crear proyectos pilotos.

AMÉRICA

Canadá

El Institute of BIM in Canadá (IBC), conduce y facilita el uso coordinado de BIM en el proyecto, en la construcción y en la gestión del ambiente construido canadiense.

- En 2011 CanBIM estableció contacto con el comité AEC de UK, para desarrollar un protocolo basado en el inglés.
- En 2012 publicó el documento AEC BIM, que se concentra en la adaptación de los estándares en la fase de proyecto.

Estados Unidos.

Es uno de los países más adelantados y con mayor uso de BIM desde principios del milenio. Según se indica en una encuesta realizada por McGraw-Hill Construction, se ha producido un radical aumento que no se ha producido en Europa. Del 28% de usuarios al comienzo del 2008, por debajo de Europa, ha pasado a un impresionante 71% de arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios que han adoptado BIM para sus proyectos. La principal institución encargada de la difusión e implantación, es la GSA, General Services Administración, quien tiene una presencia muy activa en el sector de la construcción y fortalece una adopción global del BIM. -

En 2003, estableció el programa nacional para el 3D-4D-BIM, publicando guías de descripción del método de trabajo en la construcción. - A partir de 2007 estableció el uso de BIM para la Spatial Program Validation antes de presentar el proyecto al concurso de licitación.

También ha ido publicando una serie de guías relacionadas con el ciclo de vida de un proyecto y referidas a diferentes sectores. Además de la GSA, existen diferentes organizaciones que publican diferentes guías, roadmaps y documentos.

México

La Fundación de la Industria de la Construcción (FIC) está coordinando los trabajos a fin de tener una norma NMXBIM, la primera en Latinoamérica y dio origen al grupo interdisciplinario BIM FORUM MÉXICO, un grupo de trabajo que integra los principales grupos del sector construcción a fin de desarrollar una industria más competitiva..

En el ámbito académico se está introduciendo BIM como materia obligatoria en las Universidades como el Tecnológico de Monterrey, Universidad Iberoamericana, Universidad La Salle, UNAM y las Universidades Autónomas de Yucatán, Chihuahua y Nuevo León. La rápida adopción de esta plataforma, apuesta por el desarrollo y mejorar su competitividad de los diferentes sectores de la Industria en México.

La estructura de normas internacionales para el BIM está madurando cada vez más, lo que crea una oportunidad para que México cree procesos comunes para el BIM informados mediante soluciones probadas y comprobadas. A corto plazo es muy posible realizar proyectos de Construcción con el uso del BIM, bajo Normas que actualmente ya están en proceso de creación. La primera Norma BIM en México (Industria de la Construcción-NMX-000-11-2015 Modelado de Información para la Construcción), está por lanzarse a consulta pública.

Aunque ya es un modelo implementado en Europa, el futuro comienza a pisar nuestro continente. El plan de acción del Reino Unido que llevó al mandato del 2016 conllevó 10 años de trabajo. Se reconocen los retos que implica establecer un mandato en todo el sector público en México y no se puede proponer que se adopte el modelo del Reino Unido que se enfoca en la procura directa al gobierno central antes de adaptarlo. Sin embargo, ya hay iniciativas para el desarrollo de estrategias BIM en México que puede acelerar la puesta en práctica.



Ahora es más fácil comprender que BIM es más que el simple manejo de software, se está convirtiendo en una estrategia de trabajo que involucra los intereses comunes de los actores que intervienen en la industria de la construcción. El manejo de la tecnología BIM no solo facilita el trabajo sino permite la construcción de manera eficiente y la optimización de los resultados. En México apenas comienza esta evolución en el desarrollo de proyectos y aunque todavía faltan unos cuantos años para que se consolide adoptarlo, existe mucho potencial para el beneficio de nuestro país y que a la par se irá introduciendo en países latinoamericanos. Esto implica adaptarse a los cambios que conlleva, como ya se ha mencionado desde la Academia se implementará como parte de la formación de las nuevas generaciones de arquitectos, mientras que en el mercado actual se estima que gradualmente también irán adoptando la estrategia BIM hasta que se regule la aprobación de la NORMA BIM

