



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM



alianza
FiDEM^{AC}
innovación en infraestructura



ONICCE



Calidad y Sustentabilidad
en la Edificación, A.C.
CASEDI



ALENER
Alianza por la Eficiencia Energética

FORO INTERNACIONAL

EDIFICACIONES SUSTENTABLES Y LA NORMALIZACIÓN

11 de abril de 2019

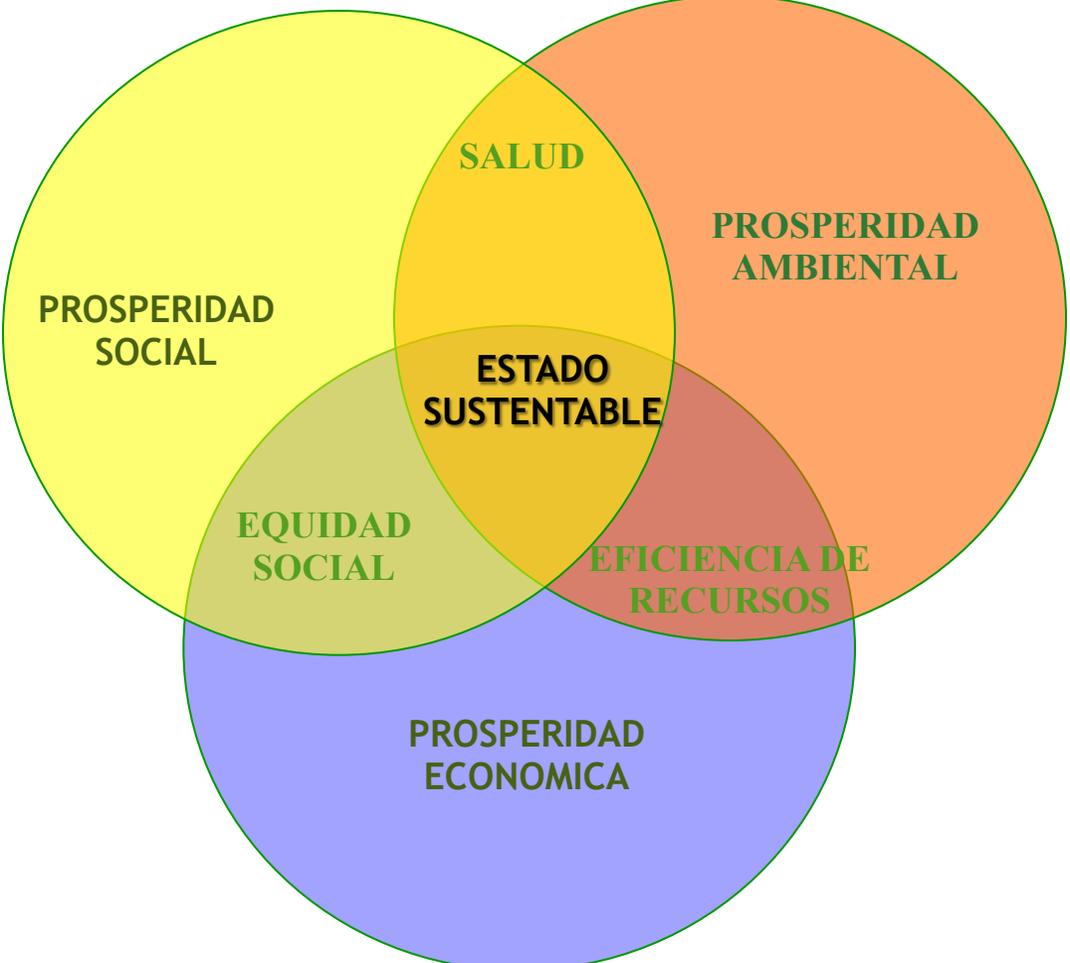
Torre de Ingeniería – UNAM

Marco Normativo de la construcción resiliente y sustentable

Edificio sustentable y resiliente: Conceptos y acciones en México

David MORILLON

Desarrollo sustentable y edificación



Edificación-sustentable

Energía y CO₂ por la
elaboración y
transporte de los
materiales de
construcción, energía y
tecnología



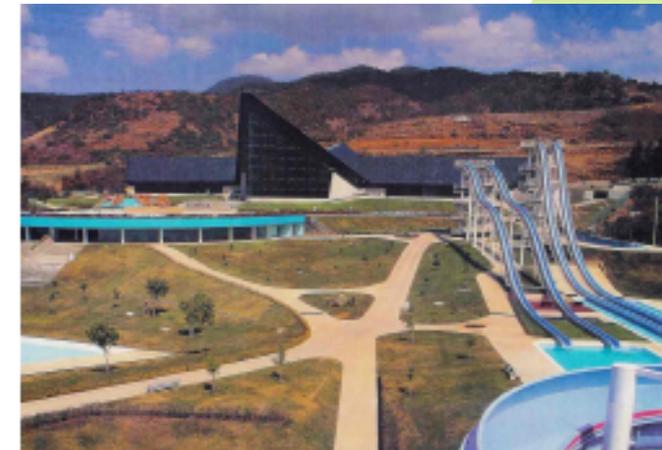
Diseño, materiales,
tecnología y
operación

Energía y CO₂
por la
demolición o
disposición final
del edificio y la
tecnología

Estrategias ambientales para el edificio sustentable

- Soluciones sustentables del sitio o suelo
- Soluciones para la conservación del agua
- Soluciones para la eficiencia energética
- Soluciones desde el origen de los materiales
- Soluciones para la calidad ambiental en los interiores
- Soluciones de innovación

- *Net zero Energy-Cero energía*
- Cero descargas
- Cero emisiones



¿Responde el Edif. Sustentable a los riesgos?

- **Naturales**



- **Antropogénicos**



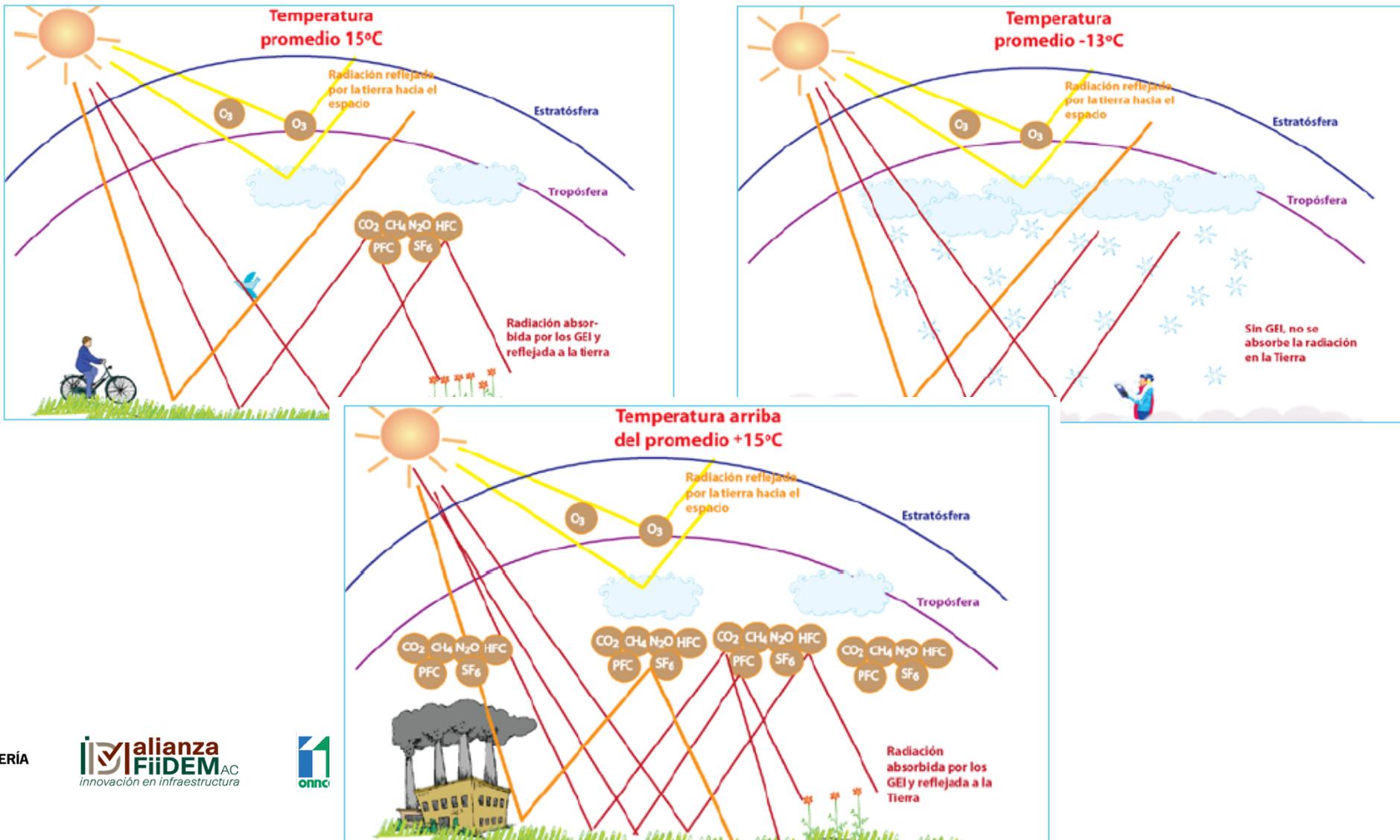
Resiliencia

Del inglés *resilience*, y éste del término latín *resiliens, -entis*, “volver atrás, volver de un salto, resaltar, rebotar, replegarse”.

1. Capacidad de adaptación de un ser vivo frente a un agente perturbador o un estado o situación adversos
2. Capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido

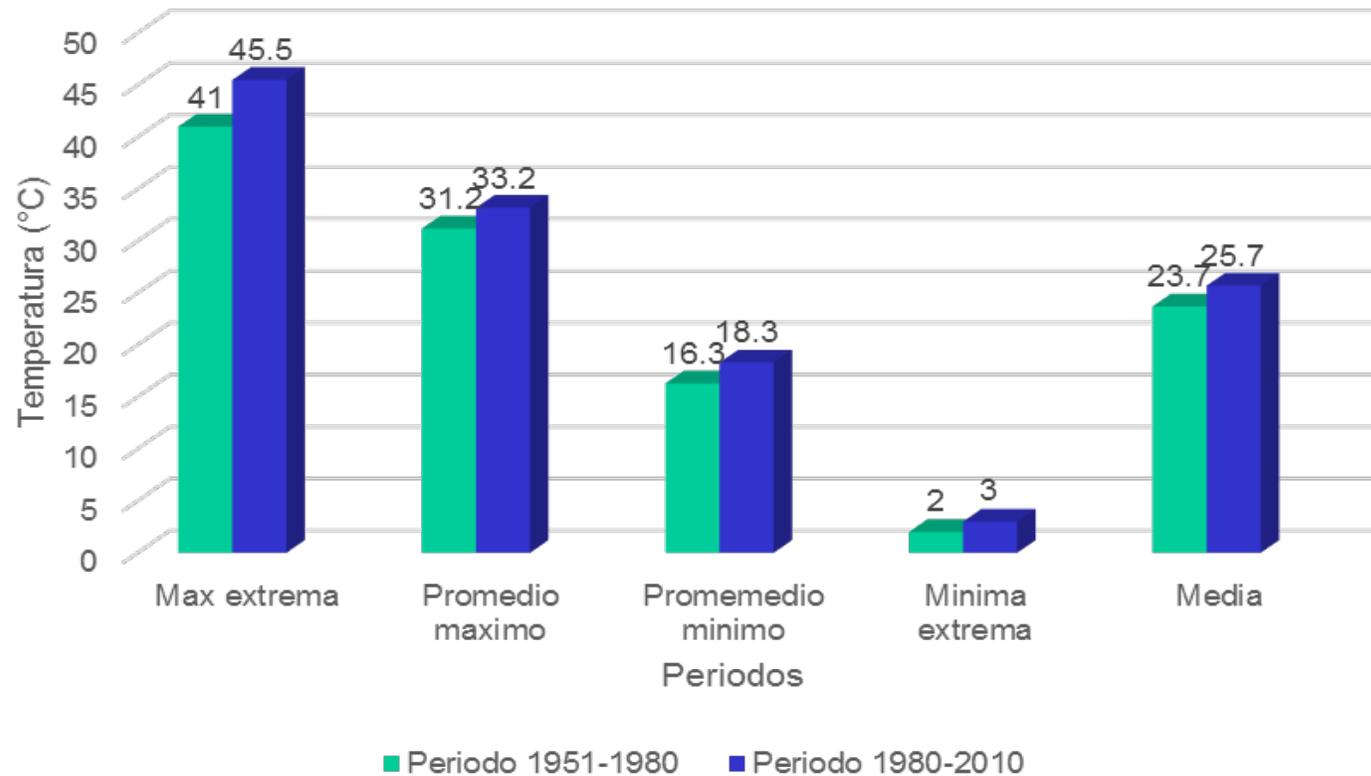
Real Academia Española, 2017

Riesgos ante el Cambio climático en la edificación



Caso de estudio: Culiacán, Sin., como

Comparación de periodos



Impactos del cambio climático en el bioclima: retrospectiva, presente, prospectiva

DIAGRAMA DE ISORREQUERIMIENTOS
CULIACAN

| HORA/MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 00:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 01:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 02:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 03:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 04:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 05:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 06:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 07:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 08:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| 09:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 10:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 11:00 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 12:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 13:00 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 14:00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 15:00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16:00 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 18:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 21:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 23:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |

Diagrama de condiciones de confort, 1951-1980

DIAGRAMA DE ISORREQUERIMIENTOS
CULIACAN

| HORA/MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 00:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 01:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 02:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 03:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 04:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 05:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 06:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 07:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 08:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 09:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 10:00 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 11:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 12:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 13:00 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 14:00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15:00 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16:00 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17:00 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 18:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 22:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |
| 23:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |

Diagrama de condiciones de confort, 1981-2010

DIAGRAMA DE ISORREQUERIMIENTOS
CULIACAN

| HORA/MES | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| 00:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 01:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 02:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 03:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 04:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 05:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 06:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 07:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 08:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 |
| 09:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 |
| 10:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 12:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 13:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 14:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 15:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 16:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 17:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 18:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 19:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 20:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 21:00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 22:00 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23:00 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 |

Diagrama de condiciones de confort, al 2050



Consumo Energético

| Bioclima | Ciudad | Grados día de enfriamiento anual (°C) | Energía para aire acondicionado (kWh/m ²) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 917.1 | 117 |

Total de energía al año para climatización por unidad de superficie, bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. 1951-1980

| Bioclima | Ciudad | Grados día de enfriamiento anual (°C) | Energía para aire acondicionado (kWh/m ²) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 1,008.3 | 128.65 |

Total de energía al año para climatización por unidad de superficie, bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. 1981-2010

| Bioclima | Ciudad | Grados día de enfriamiento anual (°C) | Energía para aire acondicionado (kWh/m ²) |
|--------------------|-----------------------|---------------------------------------|---|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 1,149.8 | 146.7 |

Total de energía al año para climatización por unidad de superficie, bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. al 2050

Emisión de CO₂/consumo de energía

| Bioclima | Ciudad | Energía eléctrica consumida al año (kWh/m ²) | Emisión de CO ₂ por consumo de energía (kg/m ²) |
|--------------------|-----------------------|--|--|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 117 | 40.95 |

Emisión de CO₂ por consumo energético para bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. Periodo 1951-1980.

| Bioclima | Ciudad | Energía eléctrica consumida al año (kWh/m ²) | Emisión de CO ₂ por consumo de energía (kg/m ²) |
|--------------------|-----------------------|--|--|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 128.65 | 45.03 |

Emisión de CO₂ por consumo energético para bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. Periodo 1981-2010.

| Bioclima | Ciudad | Energía eléctrica consumida al año (kWh/m ²) | Emisión de CO ₂ por consumo de energía (kg/m ²) |
|--------------------|-----------------------|--|--|
| Cálido seco | Culiacán, Sin. | 146.7 | 51.45 |

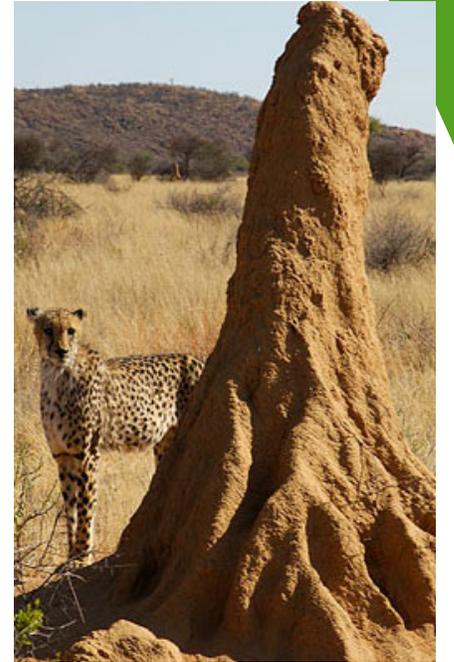
Emisión de CO₂ por consumo energético para bioclima cálido seco, Culiacán, Sin. Prospectiva 2050.

Resiliencia-Adaptación

Criterios

- ▶ Analizar, medir y controlar con resiliencia en su entorno de operaciones
- ▶ Mejorar con relación a su entorno
- ▶ Modelar y predecir los efectos del cambio a corto y largo plazo, y coordinar las decisiones de la dirección sobre la resiliencia y, por tanto, sobre el riesgo

Buscar formas de entender las vulnerabilidades y los caminos cambiantes que conducen al fallo





 Atlas del bioclima de México

 DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 SID/644

 OCTUBRE 2004

Acciones en México

Gene

- Atlas Solar
- M
- Man
- isef
- hih
- uías
- ane
- libro
- ra Eco
- etc.



 Canión Nacional de Fomento a la Vivienda

 guía:conafoti

 uso eficiente de la energía en la vivienda




Academia de Ingeniería México

LA INGENIERÍA EN LAS CIUDADES MEXICANAS DEL FUTURO

 COMISIÓN DE ESPECIALIDAD INGENIERÍA MUNICIPAL Y URBANÍSTICA

 Serie Prospectiva - Volumen 1



 Una empresa de este ministerio

 PAESE Programa de Ahorro de Energía en Sector Edificios

Recomendaciones bioclimáticas

 PARA DISEÑO ARCHITECTÓNICO

ESTUDIOS APLICABLES EN: Chihuahua, Chih. Ciudad Juárez, Chih. Región Lagunera Durango, Dgo.

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 DAVID MEJÍA DOMÍNGUEZ

 SID/645

 DICIEMBRE 2004



 Modelo para diseño y evaluación del control solar en edificios

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 DAVID MEJÍA DOMÍNGUEZ

 SID/645

 DICIEMBRE 2004

Sistemas Pasivos de Climatización, para la Descarga de Calor por Muros y Techo

José Diego Morales Rendón

 David Morillón Gálvez

 Víctor Hugo Hernández Saldaña

 Néstor Alejandro Bosa Arbaláez



EDIFICACIÓN SUSTENTABLE EN LA CIUDAD DEL NORTE

OPORTUNIDADES Y RETOS

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 IVÁN ORTIZ PEÑEZ





 Atlas de la ventilación natural para la República Mexicana. Potencial para ahorrar energía en la climatización de edificios

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 IVÁN ORTIZ PEÑEZ

 SID/663

 DICIEMBRE 2009

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 OSCAR RESÉNDIZ PACHECO

Catálogo de materiales y sistemas constructivos utilizados en la vivienda



Universidad Autónoma de Baja California Sur

Serie INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

 Publicación arbitrada



Metodología para la sustentabilidad energética de los edificios, Vivienda net zero energy

DAVID MORILLÓN

 FRANCISCO JAVIER CEBALLOS OCHOA

 SID/680

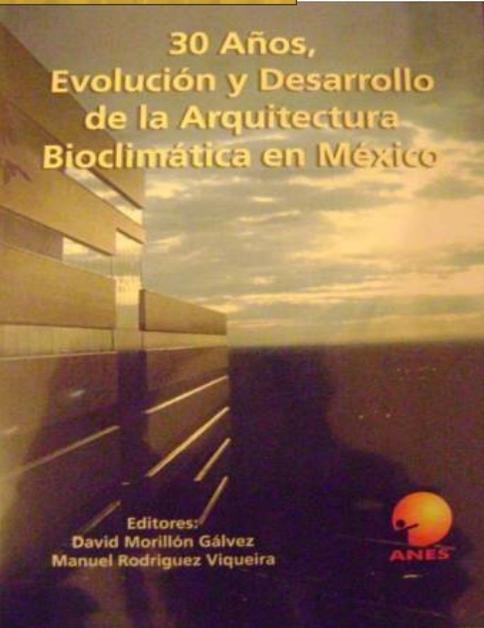
 ENERO 2015

30 Años, Evolución y Desarrollo de la Arquitectura Bioclimática en México

Editores:

 David Morillón Gálvez

 Manuel Rodríguez Viqueira



ANES

Metodología para evaluar la sustentabilidad de los materiales de construcción

DAVID MORILLÓN

 FRANCISCO JAVIER HERNÁNDEZ AYÓN

 SID/668

 ABRIL 2011

Serie INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

 Publicación arbitrada



Retos y oportunidades para la sustentabilidad energética en edificios de México: Consumo y uso final de energía en edificios residenciales, comerciales y de servicio

DAVID MORILLÓN GÁLVEZ

 AZUCENA ESCOBEDO

 IVÁN GARCÍA KERDÁN

 SID/689

 ENERO 2015



colección sello de arena

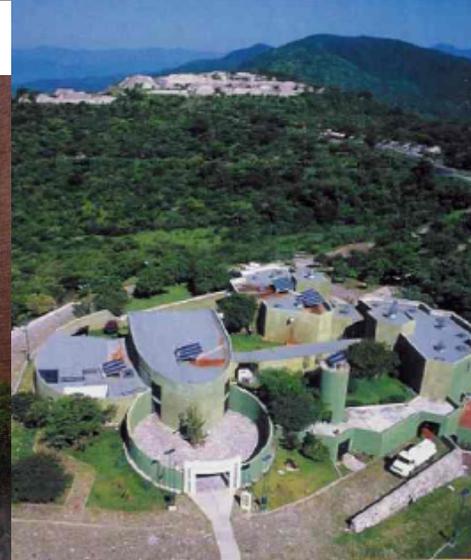
 ¿Qué energía lo mueve?

ENERGÍA PARA EL CIO SUSTENTABLE

David Morillón Gálvez, Diego Morales

Edificación sustentables en México

- Centro de Investigación en Energía de la UNAM
- Instituto Nacional de Salud
- Museo de Sitio Xochicalco
- Centro Campestre Asturiano
- Club de los Pumas
- Biblioteca de la UAM-A
- Museos de la Ruta Zapata
- Varios ejemplos de edificios en todo el país



Viviendas sustentable en México

- Tlaxcala, colonia semirural (70`)
- Prototipos de Infonavit (SLP, La Paz, Chih) (80`)
- Vivienda bioclimática en la U de G (80´)
- Fraccionamiento residencial ecológico los Guayabos en Guadalajara (90`)
- Fraccionamiento hacienda de las torres en Cd. Juárez (90`)
- Fraccionamiento en el DF y Cuernavaca (98)
- Colonia en Hermosillo CEMEX (99)
- Dos fraccionamientos en Colima (94)
- Vivienda bioclimática ICA (2002)
- Vivienda bioclimática URBI (2004)
- Techos verdes Guadalajara (2007-2008)
- Vivienda sustentable de GEO (2004-2010)
- Vivienda térmica CCCh (2005-2006)
- Vivienda sustentable ViveICA (2009-2010)
- Varios ejemplos de viviendas en todo el país (70-12)



Normatividad



- IMSS: Normas bioclimáticas
- INFONAVIT: Normas técnicas bioclimáticas
- CONAE: Normas Oficiales Mexicana para Eficiencia Energética
 - NOM-008-ENER-2001 (Envolvente del edificio no residencial)
 - NOM-020-ENER-2011 (Envolvente del edificio habitacional)
 - NOM-007-ENER- (Eficiencia en iluminación interna)
 - NOM-013-ENER (Eficiencia en iluminación exterior)
 - Varias de productos, sistemas y materiales
- ANES: Normas Mexicanas
 - NMX (Eficiencia de calentadores solares de agua, instalaciones, terminología y sistemas)
- Gobierno del DF: Normas Ambientales
 - NOM (Calentadores solares de agua)
 - NOM-GDF, Norma de ordenación general para la producción de vivienda sustentable de interés social y popular
- CONAVI: Código de Edificación de Vivienda: Capítulo de Sustentabilidad, diseño bioclimático, ahorro de energía, aprovechamiento de las energías renovables, manejo de residuos, manejo sustentable del agua en la vivienda, áreas verdes, etc.
- SEMARNAT: NOMs para Energías Renovables: Eólica y Fotovoltaica

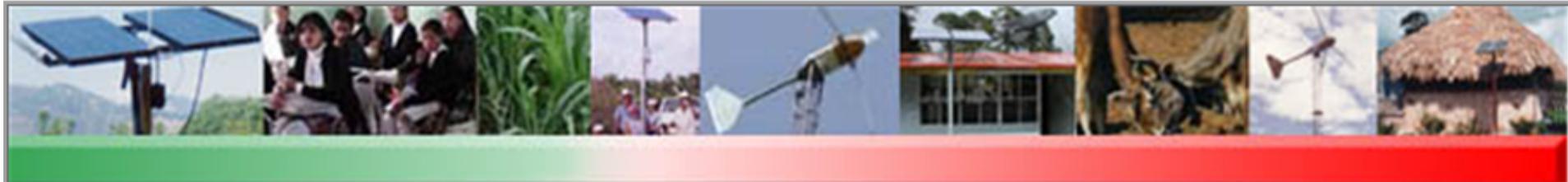
Normatividad



- Normas Mexicanas:
 - NMX-460-ONNCCE Resistencia térmica de los materiales
 - NMX Edificio Sustentable, Jalisco
 - NMX-AA-157-SCFI-2010 Requerimientos y especificaciones de sustentabilidad para la selección de sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la costera de Península de Yucatán, SEMARNAT
 - NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable, SEMARNAT

Programas de financiamiento

- Hipoteca Verde (INFONAVIT)
- Eficiencia energética y calentadores solares de agua (FIDE-CFE)
- Criterios e Indicadores de los Desarrollos Habitacionales Sustentable (CONAVI)
- Desarrollos Urbanos Integrales Sustentables (Sociedad Hipotecaria Federal)



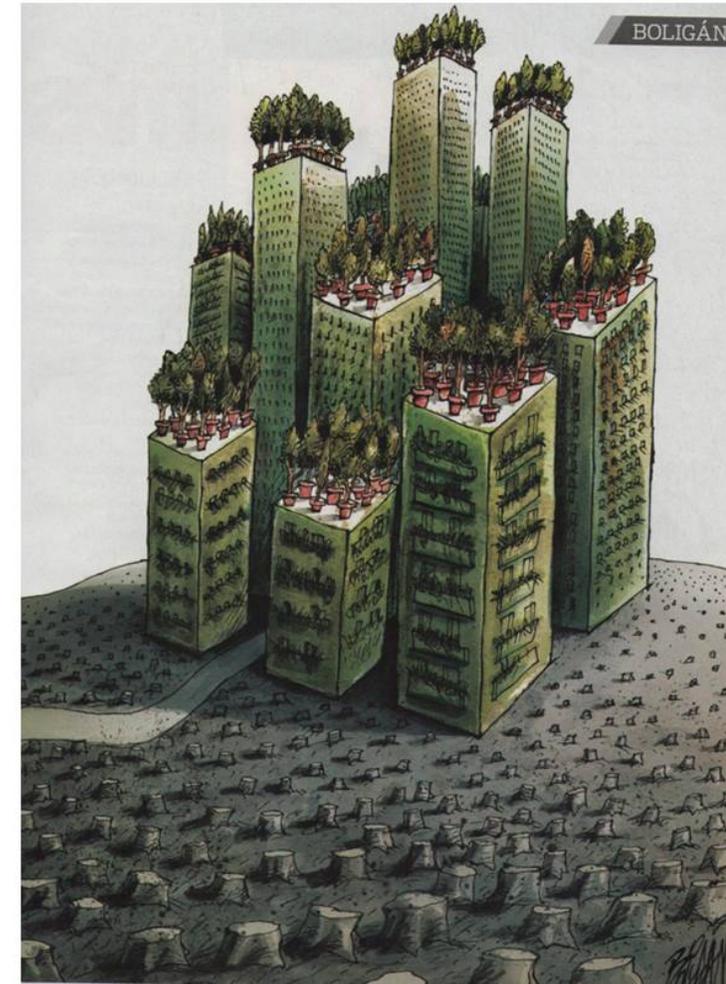
Sistemas de certificación de edificios sustentable

- **Sello Fide (FIDE)**
- **Bajo impacto ambiental (PROFEPA)**
- **Edificio Inteligente y Sustentable (IMEI)**
- **Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables (CONAVI)**
- **Programa de Certificación de Edificios Sustentables (GDF)**
- **Norma Mexicana para Edificación Sustentable (SEMARNAT, Jalisco)**
- **Hipoteca Verde (INFONAVIT)**
- **Desarrollo Urbano Integral Sustentable (SHF)**



Conclusiones

- **Se tienen avance en normalización para la edificación sustentable (ES) en México**
- **Falta normalización integral para ES**
- **Falta normalización para ES con bases para la resiliencia**



Gracias

DMorillonG@ii.unam.mx
www.iingen.unam.mx

