**SIMPOSIO INTERNACIONAL DE CONSTRUCCIONES**

**Valoración de incertidumbres ambientales en los problemas de proyectos civiles e hidráulicos**

***Assessment of environmental uncertainties in the problems of civil and hydraulic projects***

**Dra. C. Ing. Tania García García1  , Dra. C. Ing. Milagros Jo Valdés 2  , MSc. Lic. Odalys Campos Llorente 3 MSc. Lic. Mayra Rosa Moya León 4**

1. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, País. Cuba. E-mail: taniag@uclv.cu.

2.Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, País:Cuba.E-mail: milagrosj@uclv.edu.cu.

3.Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, País: Cuba. E-mail: odalys@uclv.cu.

4. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas País: Cuba. E-mail: mayra@uclv.cu.

**Resumen:**

**Problemática:** Es insuficiente la evaluación de incertidumbres ambientales del impacto del cambio climático en los problemas de proyectos de obras civiles e hidráulicas en la formación de los futuros profesionales de la construcción. **Objetivo:** contribuir a la valoración de incertidumbres ambientales de los impactos ante fenómenos naturales en obras de infraestructura para su tratamiento en los problemas de proyecto por los futuros profesionales. **Metodología:** se utiliza una metodología mixta, aplicando métodos del nivel teórico y práctico, la sistematización, la observación participante, revisión de documentos, y criterios de especialistas**. Resultado:** se realiza un estudio de los principales impactos del cambio climático en obras de construcción en Villa Clara a partir de los riesgos ante fenómenos naturales para su tratamiento en los problemas de proyecto que contribuya a la toma de conciencia de los mismos. **Conclusiones:** se ha venido ganando en conciencia de la evaluación de incertidumbres ambientales afín al tema Cambio Climático en los problemas de proyectos de construcciones civiles e hidráulicas.

***ABSTRACT***

***Problem****: The evaluation of environmental uncertainties of the impact of climate change on the problems of civil and hydraulic works projects is insufficient in the training of future construction professionals.* ***Objective****: to contribute to the assessment of environmental uncertainties of the impacts of natural phenomena in infrastructure works for their treatment in project problems by future professionals.* ***Methodology****: a mixed methodology is used, applying theoretical and practical methods, systematization, participant observation, document review, and specialist criteria.* ***Result****: a study of the main impacts of climate change on construction works in Villa Clara is carried out based on the risks of natural phenomena for their treatment in project problems that contribute to raising awareness of them.* ***Conclusions****: it has been gaining awareness of the evaluation of environmental uncertainties related to the Climate Change issue in the problems of civil and hydraulic construction projects.*

Palabras claves: Cambio climático; Riesgos naturales; incertidumbres ambientales; Obras de infraestructura; Proyectos integradores;

***Keywords:*** *Climate change; Natural hazards; environmental uncertainties; Infrastructure works.*

**1. Introducción**

Los efectos del cambio climático evolucionarán con el tiempo. Algunas respuestas se relacionan de forma directa con cambios en la composición atmosférica, en la temperatura de la superficie otras pueden tomar más o mucho más tiempo para materializarse como es el aumento del nivel del mar. Los desastres originados por amenazas naturales constituyen un desafío importante para el desarrollo sostenible a nivel mundial, la región de América Latina y el Caribe (ALC)es una de las más vulnerables a los impactos de un clima cambiante y específicamente la ubicación geográfica del Archipiélago Cubano, su condición insular y la fragilidad de sus ecosistemas, hace que sea altamente susceptible a los peligros naturales, los cuales provocan impactos en la actividad socioeconómica y afectaciones ambientales, que pueden conllevar grandes pérdidas económicas e incluso pérdidas de vidas humanas.

La evaluación de los peligros meteorológicos y climáticos exige datos y conocimientos sobre los posibles fenómenos destructores que pueden producirse en la región. En muchos lugares del mundo, la recopilación y el archivo sistemáticos de datos meteorológicos durante largos períodos permite cuantificar los parámetros del clima local. Esos registros se emplean para la planificación de actividades que dependen de algún modo de las condiciones meteorológicas. En los demás sitios, allí donde los registros son incompletos, los peligros meteorológicos y climáticos sólo pueden entenderse cualitativamente.

La integración del cambio climático en la formulación de las estrategias de gestión de los proyectos constructivos es importante para aumentar su resiliencia y facilitar la toma de decisiones y planificación para mejorar las oportunidades y los efectos positivos ambientales de los proyectos, así como anticipar y manejar los impactos adversos, los potenciales, riesgos, daños y beneficios ambientales que se derivan de los mismos por lo que constituye una exigencia su análisis en todas las fases del proceso constructivo con el propósito de contribuir a la sustentabilidad de tales obras de infraestructura.

Se prevé que el cambio climático altere el riesgo de desastres de algunos países ya que modificará las características de las amenazas hidrometeorológicas alternado la intensidad y frecuencia de los fenómenos climáticos extremos, es decir, huracanes, tormentas tropicales, sequías, olas de calor y olas de frío; modificando las condiciones meteorológicas y la variabilidad climática promedio, por ejemplo, los niveles de precipitación; y originando peligros que podrían ser nuevos para cierta región, como un aumento en el nivel de los océanos y en el derretimiento de los glaciares, que pueden agravar las mareas de tormenta y las inundaciones costeras, como así también las inundaciones y las sequías en las cuencas.

Es una exigencia en función de la sostenibilidad de las obras mejorar la evaluación de los riesgos climáticos y la identificación de oportunidades en materia de resiliencia y medidas de adaptación en la etapa conceptual de los proyectos y durante todo el ciclo de vida permitiendo así que los equipos a cargo de su diseño implementen las medidas de adaptación necesarias para abordar los riesgos identificados.

En la carrera Ingeniería Civil e Hidráulica de la UCLV a pesar de la prioridad que se le ha dado al tema se constatan insuficiencias en cómo integrar consideraciones sobre riesgo de desastres y cambio climático en la preparación e implementación de proyectos limitando el desarrollo de estrategias efectivas de mitigación lo que justifica la presente investigación, declarándose como objetivo: contribuir a la valoración de incertidumbres ambientales de los impactos ante fenómenos naturales en obras de infraestructura que favorezcan la toma de decisiones en la concepción y diseño de los problemas de proyectos civiles e hidráulicos.

**2. Metodología**

Se desarrolla una investigación aplicada utilizando métodos teóricos y empíricos como la sistematización, el análisis de los documentos como la Tarea Vida , leyes, regulaciones y metodologías para facilitar la identificación y evaluación de los riesgos de desastres y la presentación de los proyectos integradores en obras de infraestructura civiles e hidráulicas , a partir de los cuales se constata que:

•Es insuficiente la percepción de las incertidumbres ambientales provocados por el cambio climático en la viabilidad de los problemas de proyectos.

* Existen metodologías para facilitar la identificación y evaluación de los riesgos de desastres y cambio climático y las oportunidades en materia de resiliencia en todos los proyectos según su importancia y durante todas sus fases ello implica incorporar un componente de cambio y variabilidad (e incertidumbre) al tratamiento hasta ahora estático de los peligros relacionados con fenómenos hidrometeorológicosen el riesgo de desastres.
* Es una exigencia considerar el riesgo de desastres y cambio climático en el diseño y la construcción de proyectos para aumentar su resiliencia.
* Las evaluaciones cuantitativas del riesgo son técnicamente complejas y costosas, considerando que los riesgos a los que puede estar expuesto un proyecto son numerosos, es necesario reducir el alcance de este tipo de evaluaciones.
* Un análisis cualitativo del riesgo que recopile todos los datos relevantes sobre estudios, mapas de riesgos, documentos y consideraciones de incertidumbres ambientales utilizando técnicas en base a estimaciones cualitativas de la frecuencia y magnitud de los impactos puede incorporar consideraciones sobre resiliencia y riesgo de desastres en el diseño e implementación del proyecto.

**3. Resultados y discusión**

Una Evaluación del Riesgo de Desastres a nivel de proyecto constituye un “enfoque cualitativo o cuantitativo para determinar la naturaleza y el alcance del riesgo de desastres mediante el análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad que conjuntamente podrían causar daños a las personas, los bienes, los servicios, los medios de vida y el medio ambiente”

Los fenómenos naturales como manifestación de procesos dinámicos que ocurren en la superficie terrestre, pueden transformarse en desastres en la medida en que no conozcamos adecuadamente la amenaza que representan para nosotros estos eventos, así como la susceptibilidad que tiene el entorno ante éstos. (Guasch, 1992).

El análisis de riesgos en obras y/o proyectos de inversión permite:

• Identificar los principales peligros que pueden afectar a las obras y/o proyectos.

• Identificar las principales vulnerabilidades presentes en el desarrollo, ejecución y/u operación de la obra/proyecto.

• Ponderar el grado de peligro.

• Ponderar el grado de vulnerabilidad

• Determinar el nivel de riesgo de una obra y/o proyecto

• Proponer alternativas para mitigar y/o reducir la exposición de la obra y/o proyecto, fomentando las inversiones seguras y resilientes.

• Permite establecer criterios técnicos sobre aspectos de costo/beneficio de la prevención de riesgos.

En función de proporcionar la información necesaria para desarrollar una narrativa del riesgo que enuncie la información existente y el modo en que el riesgo de desastres y cambio climático está siendo abordado a nivel del proyecto, y permitir al mismo tiempo identificar las incertidumbres ambientales que deben revisarse y requieren de mayor análisis, este enfoque cualitativo puede considerar una serie de indicadores generales o más específicos sobre las amenazas de fenómenos ocurridos en el pasado, estudios existentes, si se evaluaron (o se planea evaluar) y de qué modo las incertidumbres ambientales y el cambio climático no constituyen riesgos futuros al proyecto.

En la literatura consultada la incertidumbre ambiental significa que quiénes toman decisiones no tienen información suficiente sobre factores ambientales, en el contexto de la investigación y con fines docentes se asume la valoración de incertidumbres ambientales como el proceso de análisis para identificar evaluar y gestionar los posibles riesgos en el diseño del problema de proyecto a partir de la disponibilidad de información y otros supuestos, de las posibles amenazas en las condiciones específicas de emplazamiento y según el tipo de obra con un enfoque preventivo.

A su vez los indicadores de evaluación: refieren a tareas o desempeños observables que dan cuenta del objetivo de evaluación en un determinado dominio. En conjunto, estos indicadores abarcan de la mejor manera posible el objetivo de evaluación.

Se requiere la evaluación de las incertidumbres ambientales en el problema de proyecto en cada una de sus fases por lo cual la utilización de indicadores a considerar en las mismas según el tipo de amenaza y para distintas obras de infraestructura facilita la gestión del conocimiento para mitigar los efectos del cambio climático contribuyendo a prevenir y reducir los riesgos dentro del marco de los requisitos legales aplicables y otros suscritos, además de posibilitar la toma de decisiones en las soluciones de proyecto durante todo el proceso inversionista de manera efectiva.

Los Estudios de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo realizados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, (CITMA) en Villa Clara y el Sistema Nacional de Monitoreo Ambiental facilitan toda la información necesaria a los efectos de evaluar y diagnosticar la situación ambiental existente en la zona de emplazamiento de las obras y de realizar procesamientos de información que permitan pronosticar el comportamiento futuro de los indicadores ambientales, facilitando la toma de decisiones en las acciones de recuperación, mitigación y protección ambiental.

La reducción de riesgo de desastres naturales en Cuba es una prioridad. Su estrategia se sustenta en un marco legal que comprende leyes, decretos leyes, decretos, resoluciones ministeriales, entre otras, y cuenta con una sólida base institucional para su implementación y el control de su cumplimiento.

El análisis de los mapas de riesgo con información de magnitud, frecuencia y probabilidad de amenazas sobre el territorio yel conocimiento de las características específicas del proyecto (incluido su tamaño, estructura física, funcionalidad, vida útil y tipología) y su respuesta frente a las amenazas naturales identificadas previamente en los mapas de riesgo posibilita un nivel de razonamiento para informar la clasificación de desastre y cambio climático que facilita la toma de decisiones en su viabilidad.

Esto ayudará a identificar atributos críticos del proyecto y entender el modo en que las amenazas de interés pueden impactar al proyecto en sí, como también a la comunidad aledaña, al medio ambiente y a su sostenibilidad.

* **Estudio de Peligros e indicadores de evaluación:**

En la evaluación del medio ambiente cubano constituyen peligros de desastres de origen natural:

* Los ciclones tropicales

Representan el peligro natural que con mayor frecuencia e intensidad afecta a Cuba, de forma directa o indirectamente, por su formación en la región del Atlántico Norte. Estos pueden ser atendiendo a la intensidad de los vientos máximos sostenidos en superficie, depresión tropical si la velocidad de los vientos es menor de 63 km/h, tormenta tropical para vientos de 63 a 117 km/h y huracán para vientos de velocidades mayores de 117 km/h. Sus principales manifestaciones son las inundaciones por intensas lluvias, las penetraciones del mar y las afectaciones que pueden causar los fuertes vientos a ellos asociados.

La modelación del daño ante vientos huracanados se establece mediante funciones de vulnerabilidad entre la velocidad de viento pico para ráfagas de 5 segundos y la Relación Media de Daño, RMD, para las edificaciones, los contenidos y la eventual pérdida de funcionalidad. Para la evaluación de la vulnerabilidad de la edificación ante vientos fuertes se requiere entonces información relativa al sistema estructural, elementos de fachada, tipo de cubierta, el tipo de acabados, materiales y conexiones susceptibles a sufrir daño.

El viento puede producir también fuerzas de arrastre, fenómenos de inestabilidad aeroelástica como en el caso de puentes colgantes muy flexibles. La velocidad del viento aumenta con la altura a partir del nivel del terreno. La variación con la que se incrementa depende no sólo de las condiciones de rugosidad del terreno circundante, sino también de las ráfagas del viento, es decir, las velocidades asociadas a lapsos definidos de tiempo. El lapso promedio es el intervalo que se selecciona para determinar la velocidad máxima promedio. Conforme ese intervalo disminuye, la velocidad máxima media correspondiente aumenta. Las velocidades de las ráfagas suceden durante lapsos promedio del orden de 3 a 15 segundos y se relacionan con el tamaño de la estructura. Las construcciones esbeltas y flexibles se ven más afectadas por las ráfagas de corta duración, mientras que las bajas y rígidas son más bien afectadas por las velocidades medias asociadas al flujo.

* **Peligros de huracanes**.
* Relación histórica de la afectación de huracanes y fecha de la última ocurrencia (categoría según escala Saffir-Simpson).
* Datos de vientos máximos sostenidos (km/h).
* Datos de rachas máximas registradas (km/h).
* Datos de presión mínima registrada (Hpa).
* Direcciones predominantes de los vientos máximos.
* **Peligros de intensas lluvias**.

La Organización Meteorológica Mundial define lluvia como la precipitación de partículas líquidas de agua, de diámetro mayor a 0,5 milímetros. Cuando se habla de lluvias intensas o torrenciales, estamos hablando de un fenómeno meteorológico en el cual la caída de agua es superior a los 60 mm en el transcurso de una hora.La intensidad de lluvia constituye un elemento fundamental en los cálculos para la proyección de obras hidráulicas, ya que el escurrimiento producto de las lluvias determina las dimensiones de los de los puentes, las carreteras, de las obras de canalización urbanas y otras (Trusov et al., 1986).

Las lluvias intensas pueden causar grandes daños por inundación, fenómeno que depende mucho del escurrimiento superficial de las aguas, su manifestación está asociada a la temporada lluviosa en nuestro país y al paso de ciclones tropicales

**Indicadores de evaluación**

* Relación histórica de intensas lluvias en el territorio y eventos a los que estuvo asociada.
* Datos de lámina de lluvia acumulada promedio/24 horas (mm).
* Datos sobre el escurrimiento superficial de aguas en el territorio.
* Descripción de las obras de drenaje existentes y condiciones técnicas.
* Comportamiento de las inundaciones en el territorio y fecha de la última ocurrencia.
* **Peligros de penetración del mar.**

Los efectos ocasionados por las penetraciones del mar tienen dos causas básicas; la primera es la rompiente y el golpe mecánico de las olas en la línea costera, y la segunda las inundaciones de las zonas bajas del territorio.

Cuando la inundación se produce por efectos de un flujo torrencial de alta velocidad, es evidente que, adicionalmente a los daños asociados al incremento en el nivel del agua, se generan una serie de daños asociados a la velocidad máxima del flujo de agua, específicamente en las zonas en que el flujo adquiere alta velocidad. Estas áreas están clasificadas como áreas de amenaza por tránsito de flujos torrenciales y para su análisis se requiere de información de amenazas relacionada con la velocidad máxima del flujo. Las observaciones recientes, permiten establecer que, en general, en las áreas de alta velocidad de flujo el daño sobre la infraestructura expuesta es prácticamente total.

**Indicadores de evaluación.**

* Relación histórica de penetración del mar y eventos a los que estuvo asociada.
* Altura del agua en penetración promedio (m).

Se insiste que hay buenas prácticas que no se deben descuidar porque aportan muchos datos para la toma de decisiones como: una buena cartografía hidrogeológica del lugar destacando los riesgos de contaminación en los procesos de recarga de acuíferos, líneas de flujo subterráneas para efectos de intersección de acuíferos cuando se modifica el lugar en la construcción de obras civiles o hidráulicas. Otras soluciones ingenieras en la que intervienen los Ingenieros Civiles e Hidráulicos que no solo alteran suelos y morfología del lugar, han de considerar: la protección de las márgenes de los cauces de agua de la erosión, diseño de obras de drenaje con un grado de probabilidad acorde a la frecuencia de ocurrencia de las grandes avenidas. También la protección y estabilización de laderas; así como, la proyección de perfiles de equilibrios, hacen más duraderas las obras y se altera menos el suelo, las corrientes de agua, entre otras variables ambientales. La medida de repoblar y reforestar para atenuar impactos heredados y los que se crean con la intervención de la obra que se ejecuta repercute en la protección de la biodiversidad, además de la recuperación del hábitat de aquellas especies consideradas endémicas.

Pero lo ideal es realizar acciones de enfrentamiento ante el cambio climático desde las propias etapas del proyecto. Por ejemplo en la fase de Planeamiento y Construcción de las obras Hidráulicas y/o Civiles, el estudio preliminar ha de analizar las expropiaciones que repercuten no solo en lo jurídico sino en el uso del suelo como recurso finito, por lo largo de su recuperación. En este uso de suelo, intervienen también las explanaciones y el movimiento de tierra, que pueden repercutir en la sobre explotación del hábitat si se delimita una zona de emplazamiento muy grande, repercutiendo negativamente en la biodiversidad y en el enfoque para una Salud como estrategia general, y hasta se puede tener en cuenta en la propia organización de obras.

En todo tipo de obras civiles e hidráulicas, las características de las cimentaciones, de la estructura, las instalaciones y de las terminaciones, han de aprovechar la información que brindan los mapas de riesgo para seleccionar: coeficientes, factores de mayoración o minoración, características de los materiales, dosificaciones de las mezclas, entre otros aspectos del diseño.

En la fase de funcionamiento de las obras Civiles las acciones de: tráfico, emisión de ruidos y contaminantes que afectan en el sistema Físico – Natural y que impactan sobre la calidad del aire, geología del lugar y las aguas superficiales y subterráneas.

La fase de mantenimiento de obras tanto civiles como hidráulicas la selección de los trabajos de conservación, ha de verse como una estrategia donde inicia y termina con un diagnóstico para las acciones de mantenimiento, reparación, reparación y reconstrucción adecuada de las obras.

**En general, se destacan soluciones de la Ingeniería Civil que mitigan la acción ante el cambio climático:**

* Diseño de elementos de la construcción que acumulen menos calor, que brinden mejores luces para aprovechar la luz solar y mitiguen ruido.
* Diseño de cimientos antisísmicos y tecnologías que eviten derrumbes en excavaciones profundas
* Promocionar espacios urbanos menos contaminantes y suficientemente seguros ante deslaves, inundaciones e incendios.
* Enfoque para “Una Salud” como una estrategia integral en todo el proceso constructivo.
* Uso de dosificaciones de hormigón adecuadas en la relación agua – cemento desde el diseño para prever no exista de manera temprana la corrosión.
* Disposición de trazas urbanas que permitan la incorporación inmediata de vehículos eléctricos de manera segura.
* Uso de tecnologías avanzadas en la ingeniería del tránsito para vehículos híbridos o eléctricos.
* Colaboraciones para el saneamiento de desechos urbanos en tiempos de pandemia.
* Reciclaje de desechos de la construcción mejor adaptados ante el cambio climático.
* Ubicación de obras, movimiento de tierras y de maquinaria con el mínimo de afectación a los cursos de agua superficial, subterráneos y zonas de recarga.
* Perfeccionamiento de las empresas con mejor modelo de negocio y mejor enfocados ante el cambio climático.
* Mejores soluciones de instalaciones de exteriores e interiores ante las adversidades del cambio climático y con el uso de energía limpia.
* Aprovechamiento óptimo de la geología del lugar para la producción de materiales de la construcción para el desarrollo local, sin crear nuevos impactos.
* Diseño de edificios saludables e inteligentes ante adversidades climáticas.
* Identificación de la pérdida de pendientes naturales del terreno y el mal mantenimiento de dispositivos de drenaje, que lleven a aumentar las inundaciones ante grandes avenidas, o que impacten en las zonas de recarga.
* Estudio de soluciones que lleven a la actividad constructiva, tanto en el diseño como en su gestión, a emitir menos CO2, a la captura de CO2 emitido en la atmósfera y a la sustitución del uso de combustibles fósiles.

En el caso de la Ingeniería Hidráulica como su objeto de estudio es el manejo de las aguas, la toma de decisiones repercute en todo el ecosistema y en especial en uno: la actividad agrícola; por eso es importante destacar alternativas en la toma de decisiones, por ejemplo: para construir o no represa. Entre estas alternativas se encuentran:

* Evitar o diferir la necesidad de construir la represa, reduciendo la demanda de agua o energía, aplicando medidas de conservación, mejorando la eficiencia, sustituyendo los combustibles, o restringiendo el crecimiento regional.
* Evitar la necesidad de construir una represa, cuyo propósito principal sea el riego, ampliando y/o intensificando la agricultura de los terrenos aluviales del río, o fuera de la cuenca hidrográfica.
* Investigar la posibilidad de ubicar el proyecto en un río que ya tenga una represa, diversificando sus funciones.
* Ubicar la represa propuesta, de tal manera que se reduzcan al mínimo los impactos negativos y sociales.
* Ajustar la altura de la represa, el área inundada, el diseño y los procedimientos de operación, para reducir los impactos ambientales negativos.
* Instalar varias represas pequeñas en vez de una grande.

En las soluciones ingenieras para las obras estructurales se pueden señalar algunas especificidades como por ejemplo:

* En el caso de utilizar en las construcciones estructuras ligeras no tradicionales, especialmente madera y metálicas, deberá conocerse el diseño concebido para las conexiones (causa fundamental de las afectaciones según las estadísticas de pérdidas durante los huracanes).
* Para las cubiertas ligeras, se deberá evaluar el estado de cargas, según la pendiente y ángulos de inclinación.
* Para construcciones que combinan estructuras de hormigón armado, acero o tradicionales, con tecnologías de cierres ligeros, deberán revisarse las soluciones de anclaje de estas últimas.

Es recomendable utilizar materiales que tengan las características siguientes:

### Para las estructuras de hormigón. (Cimentación)

* Resistencia del hormigón armado R’bk= entre 25 y 30 MPa.
* El acero de refuerzo deberá ser de grado 60, con una R’ak= 4200 *kgf/ cm2.*
* Todas las barras de acero verticales de columnas y muros deberán anclarse en la cimentación con las longitudes de anclaje según normas.
* Las columnas y pedestales de hormigón armado.

### Para las estructuras de acero

* Las estructuras metálicas deberán estar diseñadas, fabricadas y montadas de acuerdo a CAN/ CSA-516.1 – 94 “Limits states design of structural stell”. El acero estructural de calidad DIM 18800 –ST37-2 (Fy= 240 MPa).
* Los elementos de la armadura y arriostres se diseñarán para el máximo entre el 50% de la capacidad a torsión del elemento.

En el caso de construir en parcelas cercanas a las costas y teniendo en cuenta que estos eventos hidrometeorológicos extremos traen consigo penetraciones del mar se debe tener en cuenta que:

* Para evitar la corrosión, debido a la ubicación de la parcela cercana a la costa, las construcciones que se realicen deberán cumplir con las normas establecidas sobre recubrimientos de aceros (un mínimo de 7 *cm* y resistencia características de 30 MPa).
* Se deberá añadir al agua de amasado del hormigón inhibidores de la corrosión (nitrito de calcio, Ca (NO2)2).
* Aplicar recubrimientos a la armadura o a la superficie del hormigón para impedir el acceso de las sustancias agresivas desde el exterior. En el caso de las armaduras utilizar resinas de tipo epoxi, que impermeabilizarán la armadura y la mantienen seca. Las pinturas deberán aplicarse como recubrimiento de la superficie del hormigón.

**4. Conclusiones**

* Un análisis cualitativo del riesgo que recopile todos los datos relevantes sobre estudios, mapas de riesgos, documentos y consideraciones de incertidumbres ambientales utilizando técnicas como el método Delphi para consultar la opinión de expertos o matrices de riesgo que califican los riesgos en base a estimaciones cualitativas de la frecuencia y magnitud de los impactos puede incorporar consideraciones sobre resiliencia y riesgo de desastres y cambio climático en las fases de diseño e implementación del proyecto, contribuyendo así al desarrollo de una infraestructura sostenible.
* La propuesta de indicadores para la evaluación de las incertidumbres ambientales en el problema de proyecto en cada una de sus fases según el tipo de amenaza y para distintas obras de infraestructura civiles e hidráulicas constituye una base teórica que facilita la toma de decisiones y la gestión del conocimiento para mitigar los efectos del cambio climático en el diseño e implementación del problema de proyecto.
* Se proponen múltiples soluciones ingenieras en materia de enfrentamiento al cambio climático de la valoración de las incertidumbres ambientales que favorecen la toma de decisiones en la concepción y diseño de los problemas de proyectos civiles e hidráulicos.

**Bibliografía**

Abel Cantella, j. L. (s.f.). Primera comunicación nacional a la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático. Cuba.

Academia, d. (s.f.). 22ed.

Aguirre, a. S. (2017). La ingeniería civil en la prevención de desastres.

Alonso, y. V. (2017). "material de estudio sobre los sistemas integrados de gestión: calidad, seguridad y medio ambiente en la construcción". Santa clara.

Alarn. (2002.).Proyecto Apoyo Local para Análisis de los Riesgos Naturales. Instrumentos de Apoyo para el análisis y la Gestión de Riesgos Naturales en el ámbito municipal de Nicaragua. Guía para la municipalidad. Nicaragua, COSUDE.

Autores, c. D. (s.f.). Cambio climático y desarrollo sostenible. La Habana, cuba.

Burón, d. I. (2003). Nc 285: 2003 "propuesta de una nueva norma de carga de viento. Ciudad de la habana.

C.p.b, e. (s.f.).

Campo, o. (2018). Programa analítico de la asignatura prevención y mitigación de los desastres naturales. Santa clara.

Campos, o. (2015). Programa de la asignatura prevención y mitigación de los desastres naturales. Santa clara.

Citma. (2017). Enfrentamiento al cambio climático. Tarea vida.

Civil, e. M. (2000). Normas para la proyección y la ejecución de las medidas técnico ingenieras de defensa civil.

Civil, e. M. (2005). Guía para la realización de estudios de riesgo para situaciones de desastres.

Decreto ley 327. (11 de octubre de 2014). Reglamento del proceso inversionista. Cuba.

Decreto ley 327 reglamento del proceso inversionista. (s.f.).

Ecured. (6 de diciembre de 2017). Obtenido de ecured: www.ecured.cu

Eduardo o. Planos gutiérrez, r. R. (2012). Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en cuba. La Habana, cuba.

Guadalupe, l. E. (2011). Fidel castro ante los desastres naturales. Pensamiento y acción. La Habana, cuba.

Guasch, F. (2006) .Una Visión prospectiva de los Desastres Naturales, sobre la base de la gestión del conocimiento. Memorias del Evento TECNOGEST-2006. Granma, Bayamo, Fondos del IDICT-Granma.

Heredia, r. D. (1995). Dirección integrada de proyecto-dip-"projectmanagment”. Madrid, España.

J, b. (1974). Learning through experience and learning trough media.chicago, Estados Unidos.

(1999). NC 46: 1999 construcciones sismoresistentes. Requisitos básicos para el diseño y construcción.

Peláez, o. (12 de agosto de 2017). Fidel artífice de la tarea vida. Granma, pág. 4.

Peña, l. I. (s.f.). Introducción a la dirección integrada de proyectos. Ciudad de la Habana.

Uclv. (2013). Plan D currículo ajustado. Santa clara, villa clara.

Paredes López A. 2021. Artículo: Preservar el agua con una visión de futuro. Periódico Granma. 8 de abril 2021.

Perera Robbio A. 2021. Artículo: Mirada novedosa e integradora del concepto salud.