

EXPEDIENTE TECNICO DE OBRA

IOARR "REPARACION DE TORRE METALICA PARA COMUNICACIONES; EN EL (LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA" - CUI N° 2524657

15 FEBRERO DE 2023

WASICHAY PERU S.A.C.

Consultor de obras



UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

MEMORIA DESCRIPTIVA DE ESTRUCTURAS



CONSULTOR:



WASICHAY PERÚ S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Cd. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 126353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL
BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 8168

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

MEMORIA DESCRIPTIVA - ESTRUCTURAS

IOARR

"REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN LA BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ"



ELABORADO POR:
Ing. Jader Martín Flores Sonapo
CIP: 123353

DEPARTAMENTO : LIMA
PROVINCIA : LIMA
DISTRITO : LIMA

NOVIEMBRE - 2021



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CD 221478

CAP RL 8186

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

1. ANTECEDENTES

La edificación es una estructura cuyo uso es oficinas y grabación de contenido audiovisual de cuatro niveles con una antigüedad de al menos 48 años ubicada en el distrito de Cercado de Lima. En la azotea cuenta con una torre autoportada tipo retícula de 75m de altura está constituida de perfiles metálicos angulares de acero estructural, con conexiones empernadas en toda la altura de la torre.

La torre autoportada se encuentra apoyada sobre elementos de apoyo tipo pedestales en los cuales se ha evidenciado deterioro lo cual compromete su comportamiento estructural.

2. CONSIDERACIONES INICIALES

El tipo de intervención es una IOARR de Rehabilitación de Infraestructura, específicamente en la base de la torre metálica de comunicaciones de la sede central del IRTP, ya que dicha estructura está comprometida y dañadas, evidenciándose fisuras en las vigas y en las columnas.

Para el desarrollo del presente informe se revisó la información alcanzada, de las cuales se toma las consideraciones que a continuación se indican:

A. Diagnóstico estructural de la torre autoportada de la sede central del IRTP

El diagnóstico estructural de la torre autoportada de la sede central del IRTP fue elaborado por la empresa C.G.M. Servicios Generales S.R.L., representada por la Ing. Cecilia Gonzales Munarriz con CIP 105482, contratada a través de la Orden de Servicio N° 782-2020 de fecha 24.02.2020, quien realizó el "Servicio especializado para el diagnóstico estructural de la torre autoportada de la sede central del IRTP", llegando a las siguientes conclusiones:

- El refuerzo de los elementos evidencia una capa adicional de refuerzo en algunas columnas motivo por el cual solo se logró obtener el refuerzo de la capa adicional, más no el refuerzo interior de todas las columnas. La variabilidad en los resultados, con respecto a las áreas de acero de los elementos podrían indicar corrosión en estos aceros por lo cual las lecturas de sus áreas son variables.
- De los resultados de los ensayos de Esclerometría y diamantina se encontró que el concreto tiene una resistencia a la compresión inferior a 210 kg/cm². Luego, por la antigüedad de las estructuras, y la carencia de una adecuada protección contra los climas adversos para el refuerzo, estos presentan corrosión avanzada. Así también se detectaron deficiencias en los procedimientos constructivos de los pórticos de apoyo de la torre, todo ello conlleva a que estas estructuras no tengan la resistencia requerida para soportar las cargas de diseño recomendadas por las Normas del RNE, y por lo tanto representan un peligro ante un posible sismo de alta intensidad, por lo cual se requiere la demolición inmediata de estas estructuras.
- Se concluye que estas estructuras no son suficientemente resistentes para el uso de estructuras de apoyo de torre, por lo cual se requiere su demolición y nueva implementación.

B. Evaluación estructural complementaria y proyecto de rehabilitación y reforzamiento del edificio TV Perú del IRTP

Este servicio fue contratado a través de la Orden de Servicio N° 2966-2020 de fecha 07.08.2020, para complementar el primer diagnóstico que se hizo exclusivamente a la torre y sus componentes.

En este caso la profesional a cargo recomendó como alternativa adicional a la demolición, la reparación de los pórticos de la base de la torre; la cual fue elegida y validada por la Gerencia de Técnica y de Operaciones, bajo criterios técnicos de su competencia, según lo evidenciado en el Memorando N° D000876-2020-IRTP-GTO de fecha 25.11.2020. En el cual la Gerencia Técnica y de Operaciones comunicó a la Oficina de Administración que teniendo en cuenta que, hay proyectos a mediano plazo acorde con el avance tecnológico de ir migrando ciertos servicios soportados en la torre actual a enlaces de fibra óptica incluyendo la proyección de trasladar la operatividad técnica del IRTP a una nueva sede institucional, se estima conveniente optar por el procedimiento de reparación de los apoyos de la torre existente.

CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20351736131

Co. Graf. José A. Vidal 448, int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

M. Jader
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 8/86

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

(encamisetado y posterior refuerzo con fibra de carbono), lo cual aumentará la durabilidad y la conservación de estas estructuras en un estimado de 10 años.

De acuerdo a lo señalado en el ítem especificaciones técnicas (pág. 5 de la evaluación estructural complementaria y proyecto de rehabilitación y reforzamiento del edificio TV Perú del IRTP), se realizará la reparación de las columnas indicadas que sirven de apoyo a la torre auto soportada existente. Para esto, primero se realizará la reparación de las columnas mediante un procedimiento de encamisetado con concreto y varillas de acero, según lo indicado en los planos del proyecto; y finalmente se realizará el proceso de encamisetado con fibra de carbono. Realizando ambos procesos sobre las columnas, se busca mejorar su comportamiento sísmico, minimizando la posibilidad del colapso de estas estructuras ante un evento sísmico severo.

3. CONSIDERACIONES ESPECÍFICAS

Tomando en cuenta lo indicado en el punto anterior, para el presente documento se tendrán las consiguientes consideraciones específicas:

- El tipo de intervención es una IOARR de Rehabilitación de Infraestructura, específicamente en la base de la torre metálica de comunicaciones de la sede central del IRTP.
- La reparación de los pórticos de la base de la torre; elegida y validada por la Gerencia de Técnica y de Operaciones, mediante el proceso de encamisetado con fibra de carbono es una solución **PALEATIVA** ya que, según la información alcanzada, la solución definitiva es la **DEMOLICIÓN Y NUEVA IMPLEMENTACIÓN**.
- Para el análisis y diseño estructural del reforzamiento de los pedestales de la base de la torre autosoportada, se tomará los valores indicados en el informe de "Servicio especializado para el diagnóstico estructural de la torre autosoportada de la sede central del IRTP". Los parámetros requeridos para el presente informe son los siguientes:
 - Resistencia especificada a la compresión de los elementos de concreto armado existentes.
 - Distribución de acero de refuerzo longitudinal y transversal de los elementos de concreto armado existentes.
 - Cargas horizontales y laterales en la base de la torre.

4. OBJETIVOS

- Realizar el Análisis y diseño estructural del reforzamiento estructural de las bases de la torre autosoportada, mediante el proceso aprobado de encamisetado y posterior refuerzo con fibra de carbono.
- Diseñar las soluciones de reforzamiento planteadas para las bases de la torre autosoportada, cumpliendo las normas técnicas vigentes nacionales e internacionales (E.020, E.030, E060, ACI 440.2R-08)
- Determinar el diseño del reforzamiento con fibras de carbono con el uso de software Sika CarboDur S.

5. PROPIEDADES Y CARACTERISTAS DE ELEMENTOS EXISTENTES

Los elementos estructurales de la base de la torre auto soportado existente tienen las siguientes características:



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

M. eury
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALirrosas
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 0186

UNIDAD EJECUTORA:

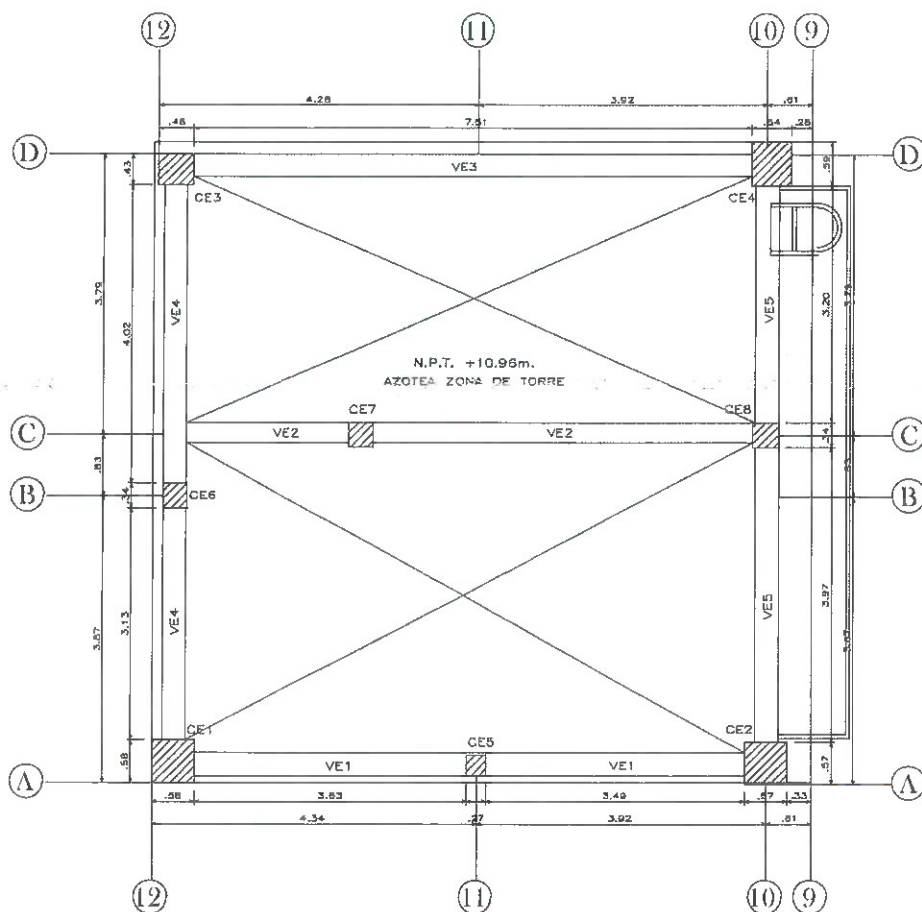


Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

A. PLANTA DE AZOTEA:



B. COLUMNAS EXISTENTES DE AZOTEA:

- CE1: 58X.58
- CE2: 57X.57
- CE3: 43X.48
- CE4: 54X.59
- CE5: 27X.28
- CE6: 34X.32
- CE7: 33X.34
- CE8: 34X.35



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP R. 8188

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

CUADRO DE COLUMNAS EXISTENTES

ESC:1/25

CE1	CE2	CE3	CE4
CE5	CE6	CE7	CE8

NOTA: Tomando en cuenta el estado de conservación de la estructura, para efectos de diseño de manera conservadora se consideró el aporte del 70% de la sección bruta de las columnas.

C. VIGAS EXISTENTES DE AZOTEA:

- VE1: .27X.50
- VE2: .27X.50
- VE3: .27X.50
- VE4: .28X.50
- VE5: .28X.50



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Graf. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL
BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 8188

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

CUADRO DE SECCIONES DE VIGAS EXISTENTES

VE 1	VE 2	VE 3	VE 4	VE 5
401" 243/4" Ø 403/8" Ø 200	401/2" 243/4" Ø 403/8" Ø 200	401" 243/4" Ø 403/8" Ø 200	403/4" 245/8" Ø 403/8" Ø 200	401" 245/8" Ø 403/8" Ø 200

NOTA: Tomando en cuenta el estado de conservación de la estructura, para efectos de diseño de manera conservadora se consideró el aporte del 70% de la sección bruta de las columnas.

6. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES EXISTENTES

A. RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO:

- Según el ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL COMPLEMENTARIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO TV PERÚ DEL IRTP, de la prueba de resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de concreto se obtuvo que las muestras ensayadas dieron valores de resistencia a la compresión altos, según lo esperado para elementos estructurales en edificaciones de este tipo.

El valor promedio de las resistencias a la compresión obtenidas por el ensayo de diamantina es 190 kg/cm².

N°	ELEMENTO	RESISTENCIA CORREGIDA (kg/cm ²)
1	Placa	217.81
2	Columna	159
3	Columna	201.74
4	Viga	183.88
5	Columna	191.06
6	Viga	193.45

FIGURA 45 CUADRO RESUMEN DE RESISTENCIAS DE CONCRETO OBTENIDAS EN LABORATORIO

Fuente: Pag. 29 de ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL COMPLEMENTARIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO TV PERÚ DEL IRTP

- Según el ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL COMPLEMENTARIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO TV PERÚ DEL IRTP, se realizaron las pruebas de esclerometría. Estando todas las lecturas en las columnas por encima de 175 kg/cm², que es la resistencia mínima del concreto que exige la Norma E.070 de Albañilería vigente.



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547
CAP RL 8186

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

f_c kg/cm ²	f_c escl. kg/cm ²
SOTANO	198
1ER NIVEL	234
2DO NIVEL	203
3ER NIVEL	204
PROMEDIO	210

FIGURA 57 CUADRO RESUMEN DE RESISTENCIAS PROMEDIO DEL CONCRETO OBTENIDAS POR NIVEL (ESCLEROMETRÍA)

Fuente: Pag. 36 de ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL COMPLEMENTARIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO TV PERÚ DEL IRTP.

Tomando en cuenta lo indicado en los puntos anteriores de manera conservadora, para el diseño estructural se tomará un valor de **RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN DE $f'_c = 175 \text{ KG/CM}^2$** .

B. ACERO DE REFUERZO:

- El acero de refuerzo especificado tiene un esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad = $E_s = 2'000,000 \text{ kg/cm}^2$
- Deformación al inicio de la fluencia = 0.0021

7. NORMATIVIDAD VIGENTE

Se considera las siguientes normativas para el análisis y diseño estructural:

- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-020 "Cargas"
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-030 "Diseño Sismo Resistente".
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-050 "Suelos y Cimentaciones".
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-060 "Concreto Armado".
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-070 "Albañilería"
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma Técnica de Edificación E-090 "Estructuras Metálicas"
- Guía de Diseño y Construcción Sistema de FRP para fortalecimiento de concreto (ACI 440.2R-08).

8. CARGAS

Las cargas empleadas para el diseño de la estructura son las que se establecen en las normas correspondientes del Reglamento Nacional de Edificaciones.

8.1. CARGA MUERTA

Es el peso propio de los materiales, calculados en función a su geometría y los pesos específicos siguientes:

DESCRIPCIÓN	PESO
Concreto Armado	24.00 kN/m ³
Concreto Simple	23.00 kN/m ³
Acero	78.50 kN/m ³
Albañilería de Arcilla	18.00 kN/m ³



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

M. Jader
JADER MARTÍN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:



UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

8.2. CARGA DE SISMO

La Norma E030 Diseño Sismo resistente, se ha desarrollado con la finalidad de que las construcciones ingenieriles (Edificaciones Esenciales, Edificaciones Importantes, Edificaciones Comunes y Edificaciones Temporales) busquen la sostenibilidad y seguridad de las estructuras frente a los movimientos telúricos (sísmicos). La aplicación de la Norma E030 permite considerar criterios para el diseño de las obras de ingeniería, con el objetivo de que el comportamiento dinámico de la estructura sea exitoso y así poder reducir el impacto de las fuerzas sísmicas el cual puede garantizar la estabilidad y seguridad de la edificación. Para ello tomamos en cuenta lo siguiente:

I. La Zonificación:

Se basa en la distribución espacial de la sismicidad, las características de los movimientos sísmicos y la atenuación de estos según la distancia epicentral en la que se encuentra el lugar de estudio.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma E030 Diseño Sismoresistente

II. Condiciones Geotécnicas:

Se debe desarrollar un Estudio Mecánica de Suelos para determinar el tipo de suelo y las propiedades que presenta la zona de estudio ya que con ello se puede clasificar el tipo de perfil tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte (V_s), el promedio ponderado de los N60 obtenidos mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) según el tipo de suelo o promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada (S_u).

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S_0	S_1	S_2	S_3
Z_4	0,80	1,00	1,05	1,10
Z_3	0,80	1,00	1,15	1,20
Z_2	0,80	1,00	1,20	1,40
Z_1	0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma E030 Diseño Sismoresistente

III. Parámetros del Sitio:

Se debe tomar en consideración el tipo de perfil que pueda describir las condiciones locales haciendo uso del factor de amplificación del Suelo (S) y los periodos (T_p y T_L).

PERÍODOS " T_p " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S_0	S_1	S_2	S_3
T_p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E030 Diseño Sismoresistente



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Graf. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTÍN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123363

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIRROSAS
ARQUITECTO CAP 15547
CD 231/75
CAP RL 8188

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

IV. Factor de Amplificación Sísmica:

El Factor de Amplificación Sísmica (C) se puede definir según las características que posee la zona de estudio.

$$T < T_p \quad C = 2,5 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$T_p < T < T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T_l}\right) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$T > T_l \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_l}{T_l}\right) \quad \dots\dots\dots(10)$$

Dónde:

T_p = plataforma del factor C

T_l = inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante

C = Factor de Amplificación

V. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso:

La estructura se debe clasificar según la categoría a la que pertenece la edificación en estudio y con ello, poder determinar el factor de uso o importancia (U) en la que se encuentra.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
A Edificaciones Esenciales	<p>A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. 	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se consideran depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C.20551736131

Co. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTÍN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123363

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALMORROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 3186

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

Fuente: Norma E030 Diseño Sismoresistente

VI. Sistemas estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas:

Los sistemas estructurales son clasificados según el tipo de material que se emplea y el sistema de estructuración sísmo resistente en cada dirección de análisis en la edificación en estudio.

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E030 Diseño Sismoresistente

VII. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas:

El coeficiente de la Reducción de las fuerzas sísmicas se puede determinar como el producto del coeficiente R_0 y de los factores I_a y I_p , el cual se puede obtener con lo siguiente:

$$R = R_0 \times I_a \times I_p \dots\dots\dots (11)$$

Dónde:

R= Coeficiente de reducción

 R_0 = Coeficiente de reducción inicial I_a y I_p = Irregularidad en altura y planta respectivamente

Asimismo, es necesario que se realice el mantenimiento adecuado periódicamente de acuerdo con el uso que presentan y cuando se deba realizar las remodelaciones respectivas, deban ser revisadas de manera estructural, a fin de buscar la protección y seguridad de las personas.

8.3. REACCIONES EN LOS ANCLAJES DE LAS BASES

Según MEMORIA DE CÁLCULO DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE TORRE AUTOSOPORTADA CUADRADA DE 75M/ SEDE CENTRAL DEL IRTP, las reacciones en los anclajes base de la torre se detalla a continuación:

En el anclaje de apoyo de la torre:

- Carga a compresión: $F_z = 39.7$ ton, $F_y = 3.4$ ton, $F_x = 3.4$ ton
- Carga de tracción: $F_z = 29.4$ ton, $F_y = 2.55$ ton, $F_x = 2.55$ ton

Con las cargas antes indicadas se procedió a realizar el reforzamiento estructural de los elementos de la base de la torre autosoportada.

9. GUÍA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE FRP PARA FORTALECIMIENTO DE CONCRETO (ACI 440.2R-08).

El Sistema FRP (polímeros reforzados con fibras) es de material de peso ligero, no corrosivo; el cual presenta una alta resistencia a la tracción en una estructura, el cual se puede utilizar para la rehabilitación o la restauración de la fuerza de un elemento estructural deteriorado. Para la aplicación de este sistema se debe realizar una evaluación del estado de la estructura existente para poder identificar las deficiencias y las causas, y la condición en la que se encuentra la

CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:



UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

zona de estudio.

1. Consideraciones General de Diseño:

Los sistemas FRP dan como principal consideración y aceptación el ser diseñado para resistir fuerzas a tracción que mediante un correcto uso e instalación del FRP, así como la adherencia al concreto armado a reforzar dan un resultado muy favorable, cumpliendo con su enfoque de seguridad para los estados límites (deflexiones y agrietamientos) y estados últimos (tensión y fatiga)

a. Consideraciones de Selección de Recubrimiento de Protección.

Las consideraciones para seleccionar el grosor y tipo de recubrimiento se basa del material compuesto a reforzar, teniendo en cuenta la resistencia ambientales en las que se encuentra tales como la humedad, agua salada, temperaturas extrema, fuego, impacto y exposición UV, de gran importancia conocer el recubrimiento debido que el cumplimiento de toda estas consideraciones hacen que el resultado FRP sea mayor y con índice de éxito mayor. Ver en la Tabla 1.

Exposure conditions	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Interior exposure	Carbon	0.95
	Glass	0.75
	Aramid	0.85
Exterior exposure (bridges, piers, and unenclosed parking garages)	Carbon	0.85
	Glass	0.65
	Aramid	0.75
Aggressive environment (chemical plants and wastewater treatment plants)	Carbon	0.85
	Glass	0.50
	Aramid	0.70

Fuente: Guía de Diseño y Construcción Sistema de FRP para. fortalecimiento de concreto (ACI 440.2R-08).

Donde se recomienda a que periódicamente se revise y se de mantenimiento para asegurar la eficiencia del revestimiento.

b. Propiedades de Diseño de los materiales

Debido a la incertidumbre de las condiciones ambientales y la exposición a largo plazo en los diferentes entornos puede reducir las propiedades a tracción y rotura por fluencia y la resistencia a la fatiga de las láminas FRP, por lo cual la resistencia de diseño final a tracción se debe determinar usando el factor de reducción ambiental dado en la Tabla anterior y empleando la siguiente formula:

$$f_{fu} = C_E f_{fu}^* \dots\dots\dots(1)$$

$$\varepsilon_{fu} = C_E \varepsilon_{fu}^* \dots\dots\dots(2)$$

C_E = factor de reducción ambiental

f_{fu}^* = máxima resistencia a la tracción del material FRP según lo informado por el fabricante, psi (MPa)

ε_{fu}^* = tensión máxima de ruptura del refuerzo de FRP (mm/mm)

f_{fu} = diseñar la máxima resistencia a la tracción de FRP, psi (MPa)

ε_{fu} =diseño de rotura de tensión de refuerzo de FRP (mm/mm)



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Meunf
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:



UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

c. Resistencia Nominal (VIGAS)

La resistencia a la flexión nominal de los elementos de concreto reforzado con FRP, se pueden determinar mediante compatibilidades de diferentes características y estados conocidos en el comportamiento de la aplicación de FRP en elementos de concreto reforzado, salvo en los elementos con acero pretensado sin adherencia que no aplica dicho procedimiento.

- Modos de Fallo:

Uno de los principales fundamentos que se debe cuidar al momento de diseñar y utilizar el sistema FRP es la adherencia, la cual para producir su pérdida y minimizar su presencia en la ejecución del sistema FRP se utiliza la siguiente formula:

$$\varepsilon_{fd} = 0.083 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.9 \varepsilon_{fu} \text{ in.-lb units} \dots\dots\dots (3)$$

$$\varepsilon_{fd} = 0.41 \sqrt{\frac{f'_c}{nE_f t_f}} \leq 0.9 \varepsilon_{fu} \text{ in SI units} \dots\dots\dots (4)$$

Dónde:

ε_{fd} = deformación de unión de refuerzo de FRP unido externamente
(mm/mm)

f'_c = resistencia del concreto (Mpa)

n = número de capas de refuerzo FRP

E_f = módulo de elasticidad a la tracción del hormigón, psi (Mpa)

t_f = espesor nominal de una capa de refuerzo de FRP (mm)

Nivel de deformación en el refuerzo FRP:

La determinación de deformación en el refuerzo FRP, se rige por su material lineal elástico y el nivel de deformación que alcanza en su máxima tensión hasta la ruptura. El nivel de tensiones efectivas en el esfuerzo FRP en el estado límite último se da mediante la fórmula:

$$\varepsilon_{fe} = \varepsilon_{cu} \left(\frac{d_f - C}{C} \right) - \varepsilon_{bi} \leq \varepsilon_{fd} \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

ε_{fe} = Nivel efectivo de deformación en el refuerzo de FRP alcanzado en la falla, psi (mm/mm).

ε_{cu} = máx. Deformación axial del hormigón no confinado correspondiente a 0.85 f'_c o a tensión máx. Utilizable de concreto no confinado que puede ocurrir a 0.85 f'_c o 0.003, dependiendo de la curva de esfuerzo- deformación obtenida.

d_f = profundidad efectiva del refuerzo de flexión FRP, psi (mm).

C = distancia de la fibra de compresión máxima al neutro (mm).

ε_{bi} = nivel de deformación en sustrato de concreto al momento de la instalación de FRP, psi (mm/mm).

Nivel de esfuerzo en el refuerzo FRP:



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:



CAP RL 8165

UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

Determina el nivel de tensión máxima que puede alcanzar el refuerzo FRP antes del fallo a la flexión de la sección suponiendo este un comportamiento perfectamente elástico.

$$f_{fe} = E_f \epsilon_{fe} \dots \dots \dots (6)$$

Dónde:

f_{fe} = estrés efectivo en la FRP; nivel de estrés obtenido en la falla de la sección, psi (MPa).

E_f = módulo de elasticidad a la tracción de FRP, psi (MPa).

Factor de reducción de la fuerza:

Uno de las principales consecuencias al emplear el sistema FRP, el cual permite el aumento de flexión de los elementos de concreto reforzado es la reducción de su ductilidad, el cual en algunos casos son insignificantes pero en otras secciones que experimentan la pérdida de su ductilidad deben ser tratada. Por ello para mantener el grado de ductilidad se debe revisar el nivel de deformación en el acero en el estado último. Ver en la Figura 3.

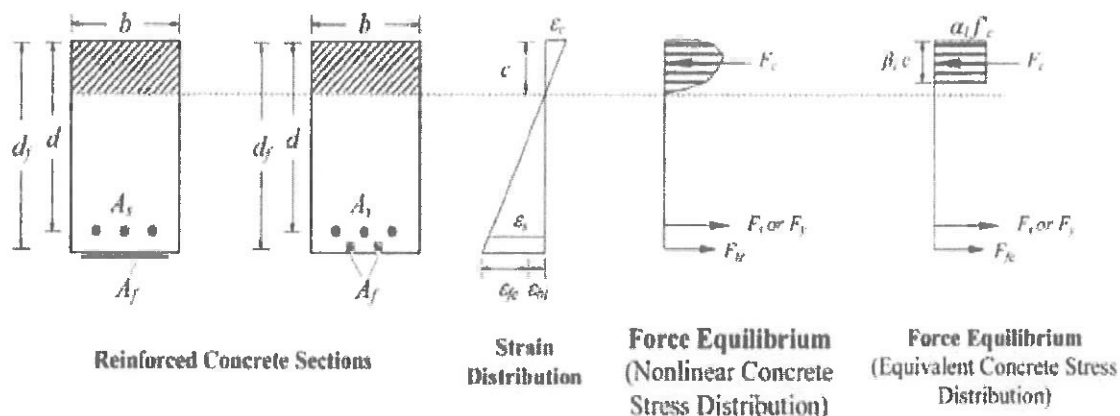
$$\phi = \begin{cases} 0.90 \text{ for } \epsilon_t \geq 0.005 \\ 0.65 + \frac{0.25(\epsilon_t - \epsilon_{sy})}{0.005 - \epsilon_{sy}} \text{ for } \epsilon_{xy} < \epsilon_t < 0.005 \dots \dots \dots (7) \\ 0.65 \text{ for } \epsilon_t \leq \epsilon_{sy} \end{cases}$$

Dónde:

ϵ_t = red de fuerza de tensión en tensión extrema del acero de refuerzo nominal (mm/mm).

ϕ = factor de reducción de fuerza.

ϵ_{sy} = deformación correspondiente al límite elástico del refuerzo de acero no pretensado.



Fuente: Guía de Diseño y Construcción Sistema de FRP para, fortalecimiento de concreto (ACI 440.2R-08).



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Co. Gral. José A. Vidal 448, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:



UNIDAD EJECUTORA:



Instituto Nacional de Radio y Televisión del Perú

EXPEDIENTE TÉCNICO DE OBRA:

IOARR : "REPARACIÓN DE TORRE METÁLICA PARA COMUNICACIONES; EN EL(LA) BASE DE LA TORRE DE LA SEDE CENTRAL DEL INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISIÓN DEL PERÚ, DISTRITO DE LIMA, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA" - CUI N° 2524657

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El tipo de intervención es una IOARR de Rehabilitación de Infraestructura, específicamente en la base de la torre metálica de comunicaciones de la sede central del IRTP, ya que dicha estructura está comprometida y dañadas, evidenciándose fisuras en las vigas y en las columnas.
- La reparación de los pórticos de la base de la torre; elegida y validada por la Gerencia de Técnica y de Operaciones, es la de **ENCAMISADO DE COLUMNAS Y REFUERZO CON FIBRA DE CARBONO**
- La reparación de los pórticos de la base de la torre autosoportada es **PALEATIVA** ya que, según la información alcanzada en los anexos, la solución definitiva es la **DEMOLICIÓN Y NUEVA IMPLEMENTACIÓN**.
- Tomando en cuenta el estado de conservación de la estructura, para efectos de diseño de manera conservadora se consideró **EL APOORTE DEL 70% DE LA INERCIA DE LA SECCIÓN BRUTA DE LAS COLUMNAS EXISTENTES**.
- Según los resultados de las pruebas de esclerometría y extracción de corazones diamantino del ESTUDIO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL COMPLEMENTARIO Y PROYECTO DE REHABILITACIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO TV PERÚ DEL IRTP, de manera conservadora para el diseño estructural se tomará un valor de **RESISTENCIA ESPECIFICADA A LA COMPRESIÓN DE $f'c=175 \text{ KG/CM}^2$** , para la estructura existente.
- El procedimiento de reparación de los apoyos de la torre existente, con lo cual se busca mejorar las condiciones de estos, no nos ofrece un comportamiento totalmente predecible, como sí nos ofrecería una reconstrucción desde cero, de los mismos.



CONSULTOR:



WASICHAY PERU S.A.C.
R.U.C. 20551736131

Ca. Graf. José A. Vidal 446, Int. 111 - Breña
wasichayperu@outlook.com.pe

ESPECIALISTA:

Manuel
JADER MARTIN FLORES SONAPO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 123353

JEFE DE PROYECTO:

VICTOR MANUEL BANCES SALIROSAS
ARQUITECTO CAP 15547



CAP RL 9166