



CAPÍTULO III

SEGURIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DEL P.H. LA YESCA



III.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO LA YESCA

El Proyecto

El Proyecto Hidroeléctrico La Yesca forma parte del sistema de aprovechamientos en cascada del río Santiago. Con este proyecto, CFE acumulará cinco aprovechamientos hidroeléctricos consecutivos: San Rafael, Aguamilpa, El Cajón, La Yesca y Santa Rosa: un total continuo de 250 km de embalse de agua reutilizada. Además de la generación de energía eléctrica, los beneficios que se obtienen del proyecto La Yesca son: el control de avenidas, aprovechamiento agrícola y transporte acuático a través del vaso, así como el impulso para desarrollar la minería y la piscicultura de la zona. La Yesca ocupa el segundo lugar en potencia instalada de 750 MW dentro de éste sistema del Río Santiago, después de la Central de Aguamilpa-Solidaridad con 960 MW de capacidad instalada.

El aprovechamiento de la Yesca está concebido para satisfacer la demanda picos de consumo de energía eléctrica con una potencia total instalada de 750 MW con 2 unidades generadoras y una generación media anual de 1210 GW/h y su embalse contribuirá a regular los escurrimientos de su cuenca. La boquilla de La Yesca se localiza a 90 km, en línea recta, al noroeste de la ciudad de Guadalajara, a 4 km aguas abajo de la confluencia del río Bolaños y Santiago y sobre el cauce de este último. El sitio se localiza entre los límites de los estados Nayarit y Jalisco, en los municipios de La Yesca y Hostotipaquillo respectivamente, sobre el río Santiago a 62 km aguas arriba de la Central Hidroeléctrica El Cajón.

Contrato y alcance de las obras

Para la construcción del proyecto se celebró un Contrato Mixto de Obra Pública Financiada entre la Comisión Federal de Electricidad y el Consorcio integrado por las empresas Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V., Promotora e Inversora Adisa S.A. de C.V., La Peninsular Compañía Constructora S.A. de C.V. y



Constructora de Proyectos Hidroeléctricos, S.A. de C.V. que comprende las siguientes obras.

Las obras

Obra de desvío

Durante la construcción de la Presa, el caudal del río será desviado por dos túneles que discurren por la margen izquierda excavados en roca y de sección portal de 14x 14 m y una longitud de 693 m y 750 m. El manejo del río se complementa con dos ataguías conformadas con materiales graduados: la de aguas arriba y la de aguas abajo de 36.5 m y 22 m de altura respectivamente y un volumen total de 400,984 m³. Para la protección de las obras para un período de retorno de hasta 500 años, será construida la ataguía integrada con un volumen de 827,230 m³ y una altura de 64 m y que formará parte del cuerpo de la Presa. Este concepto simplifica la construcción de la ataguía de aguas arriba en un volumen y tiempo menor de ejecución.

Obra de contención

La Presa es del tipo de enrocamiento con cara de concreto en el talud de aguas arriba, de 220 m de altura y longitud de corona de 628 m. Los taludes de aguas arriba y aguas abajo son 1.4:1. El cuerpo de la Presa se compone de 11, 900,000 m³ de materiales de tamaños seleccionados especificados para garantizar su comportamiento. La cara de concreto está formada con tableros de 15 m de ancho y suman un total de 123,476 m² de área.

Obras de control y excedencias

La estructura esta diseñada para un gasto máximo de 15,910 m³/s y esta localizada en la margen izquierda. Es un vertedor del tipo controlado, cuya zona de control está formada por el cimacio y pilas de concreto reforzado para conformar 6 vanos equipados con compuertas radiales, de 10.20 m x 22.65 m, operadas por servomotores y grúa pórtico para los obturadores de mantenimiento; el canal de descarga es de sección rectangular revestido de concreto reforzado,



de 91 m de ancho en la zona de control y se reduce a 71 m de ancho, longitud de 458 m y termina con una cubeta deflectora.

Obras de generación

Ubicadas en la margen derecha, consisten en una obra de toma de concreto reforzado y rejillas metálicas, controladas por sendas compuertas que regulan el caudal de ingreso a los conductos de presión, de 7.70 m de diámetro y 226 m de longitud, que conducen el flujo a las turbinas alojadas en la casa de máquinas excavada en roca de 22 x 111 x 50 m de ancho, largo y altura. En esta caverna se construyen muros y losa de concreto reforzado en cinco niveles, donde se instalan los dos grupos turbogeneradores de 375 MW y sus sistemas auxiliares que transmiten la energía generada a la superficie a través de dos pozos de 180 m de tiro y 6 m de diámetro, donde una batería de seis transformadores eleva el voltaje a 400 Kv para su transmisión al sistema interconectado nacional. Para las labores de montaje se dispone de dos grúas viajeras para trabajar en conjunto 800 ton de izaje. El agua, después de haber girado la turbina es conducida por dos túneles a una galería de oscilación que compensa las fluctuaciones de presión dentro del circuito de generación. Esta segunda caverna es 16 x 62 x 64 m de ancho, largo y altura, con las paredes revestidas de concreto reforzado. El flujo de agua finalmente es conducida a su regreso al cauce del río a través de un túnel de desfogue de 13 x 14 m de ancho y altura y 254 m de longitud, también revestido de concreto reforzado.



Imagen 3.1. Proyecto Hidroeléctrico La Yesca (Vista aguas arriba).



Sistema de Gestión

Las empresas encargadas de la ejecución del proyecto hidroeléctrico de la Yesca, son las siguientes:

- Ingenieros Civiles Asociados S. A. de C. V.
- Constructora de Proyectos Hidroeléctricos S. A. de C. V.
- La Peninsular Compañía Constructora S. A. de C. V.
- Promotora e Inversora Adisa S.A. de C.V.

Estas empresas se comprometen a mantener un Sistema de Gestión Integral para el Aseguramiento de Calidad, de Administración Ambiental y de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, basado en las normas:

- NMX-CC-9001-IMNC-2000 (ISO 9001:2000),
- NMX-SAST-001-IMNC-2000 (BSI OHSAS 18001:1999)
- NMX-SAA-14001-IMNC-2004 (ISO14001:2004).



**Seguridad y Salud en la Construcción, Caso de Estudio:
Recomendaciones de Seguridad Aplicadas en el P.H. La Yesca
Descripción del Proyecto Hidroeléctrico La Yesca**

Figura 3.1. Modelo del sistema de gestión del P.H. La Yesca.

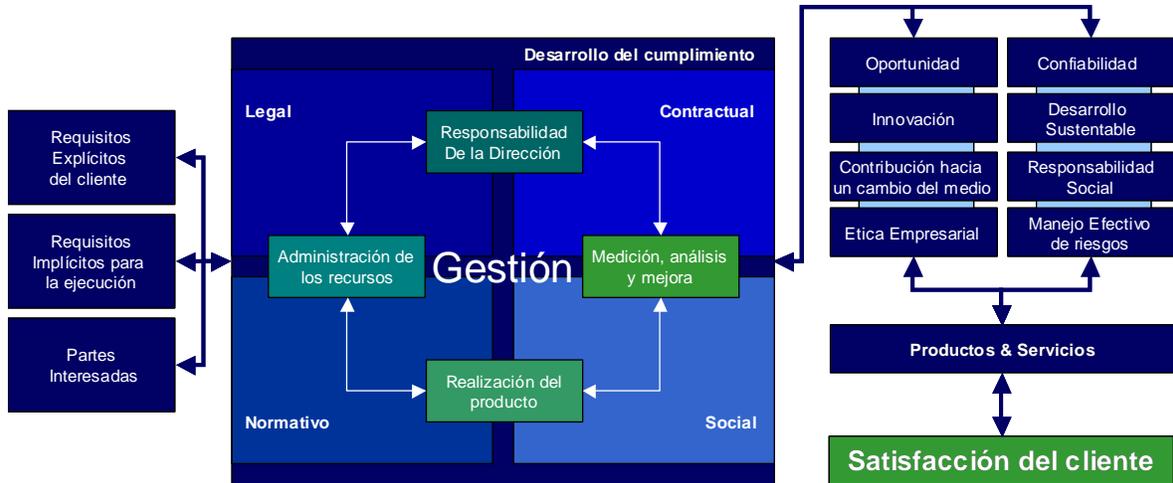
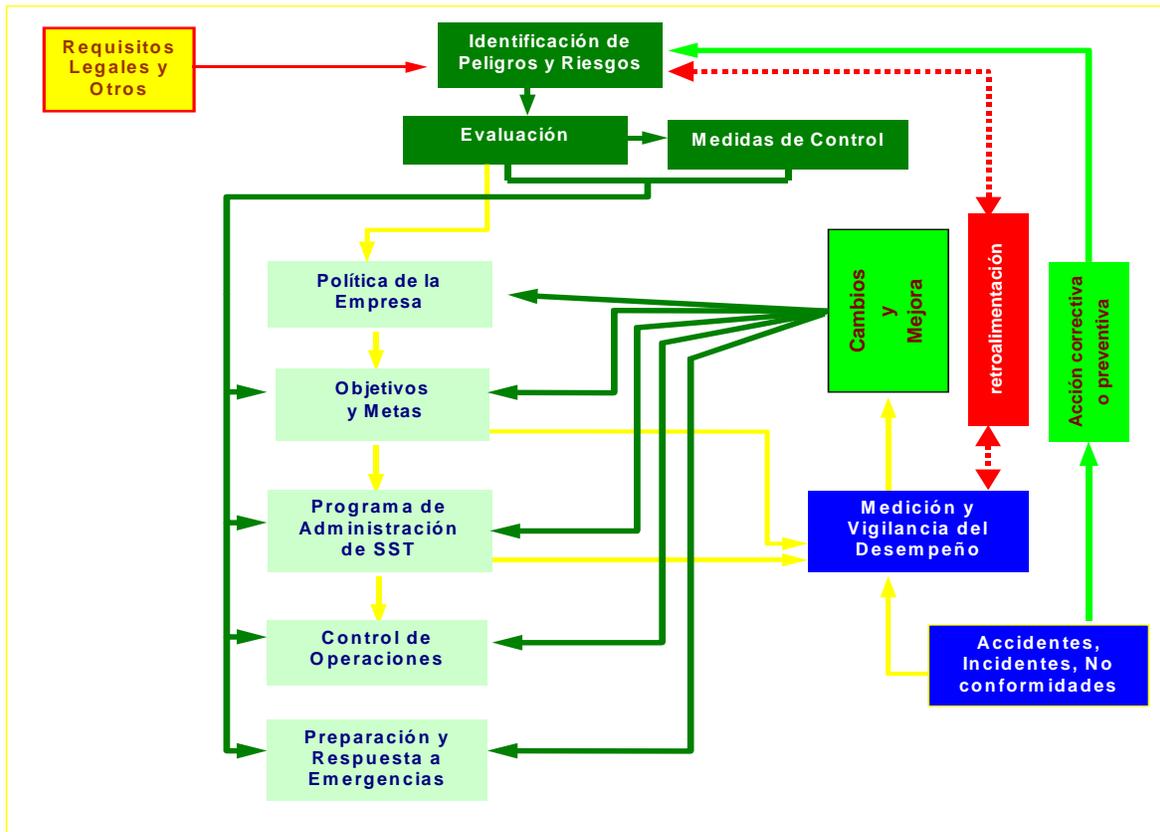


Figura 3.2. Diagrama de flujo del departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo P.H. La Yesca.





La Empresa cuenta con planes, procedimientos, programas, instructivos y reglamentos que a través de los diferentes proyectos, han madurado y se han perfeccionado, proporcionando la garantía de una adecuada gestión de la seguridad.

Se cuenta con un reglamento de Seguridad, Higiene que establece las normas de conducta de todo el personal participante en el Proyecto. Establece acciones que norman las actividades y prevén situaciones de riesgo" por accidente, daños a la salud, enfermedades de trabajo, así como reglas de Salud en el Trabajo.

La capacitación en Seguridad y Salud en el Trabajo, se planea y programa derivado de los análisis de riesgos en sus actividades y del perfil definido.



III.2 ANÁLISIS DE RIESGOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

La construcción del Proyecto La Yesca, presenta características particulares, además que potencialmente se puede exponer en forma intrínseca a diversos tipos de agentes perturbadores de origen natural y humano tanto por su ubicación geográfica, como por su tipo de construcción, uso y cantidad de trabajadores.

Identificación de riesgos de la zona

El análisis de riesgos, considera la ubicación el proyecto y toma en cuenta los factores geológicos, hidrometeorológicos, químicos, físicos, y socio-organizativos, tipo de instalaciones y sobre todo las actividades en los diferentes frentes de trabajo y personal participante. Estos factores, cuentan con el potencial de generar riesgos, y son denominados Agentes Perturbadores se mencionan a continuación:

Imagen 3.2. Debido a los riesgos geológicos de la zona se han realizado obras extraordinarias en el proyecto.

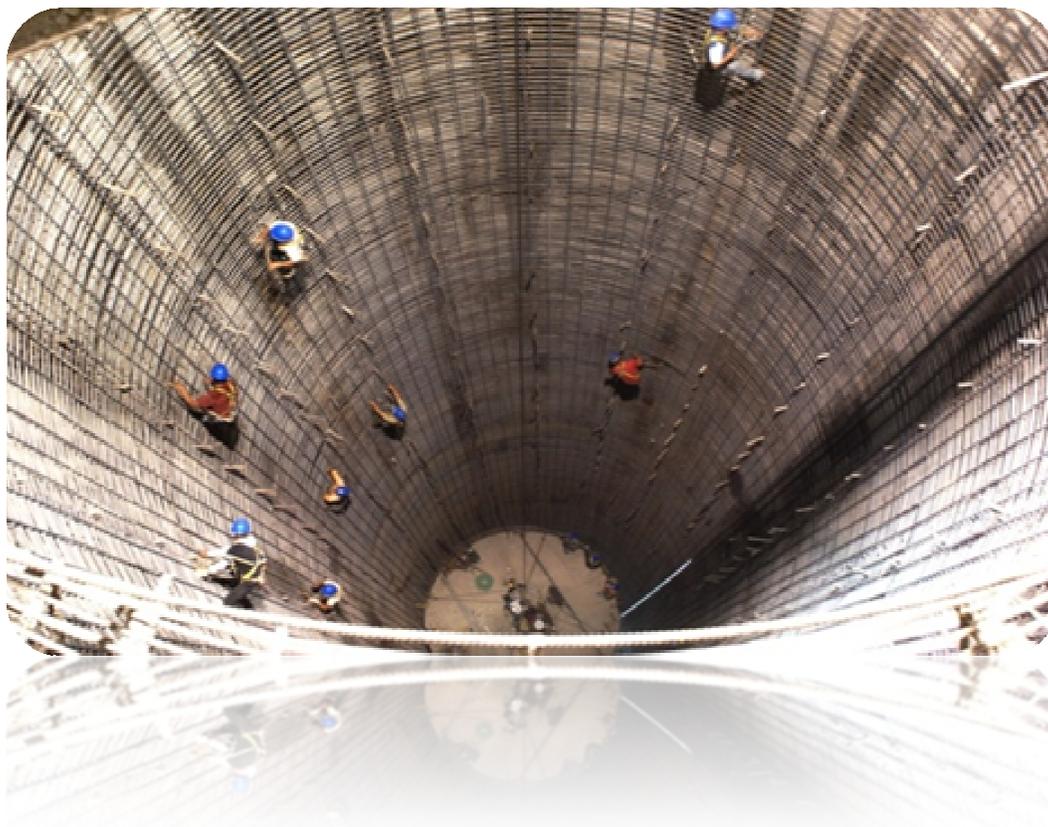




Tabla 3.1. Tipos de riesgos de la zona.

TIPO	DESCRIPCIÓN	RIESGO
GEOLÓGICOS	Son fenómenos naturales que se presentan por efectos derivados del acomodo de placas tectónicas, liberación de presiones, intemperismo, erosión, erupciones, temblores, terremotos, desgajamiento de laderas, etc.	Daños al organismo, afectaciones a la salud o pérdidas humanas, daño o pérdida de instalaciones, maquinaria e insumos.
HIDRO-METEOROLÓGICOS	Son los fenómenos naturales que se presentan por cambios climáticos como ciclones, huracanes, lluvia torrencial, granizadas, tormentas eléctricas e inundaciones.	Afectaciones a la salud o pérdidas humanas, daño o pérdida de instalaciones, maquinaria e insumos.
QUIMICO-TECNOLOGICOS	De origen natural o antropogénico, que se genera por la acción de diferentes sustancias derivadas de su acción molecular o nuclear; comprende fenómenos tales como: incendios, explosiones, fugas, derrames, radiaciones.	Las personas que entran en contacto con ellas pueden tener afectaciones a la salud; quemaduras, irritaciones intoxicaciones o pérdidas humanas.
SANITARIO-ECOLÓGICOS	De origen natural o antropogénico, que se genera por la acción patógena de agentes biológicos que atacan a la población causando alteraciones en la salud. Para	Afectaciones a la salud individuales o colectivas.
SOCIO — ORGANIZATIVOS	Corresponden a los actos y condiciones inseguras o de interacción conductual de manera individual o colectiva. En cuanto a los movimientos sociales capaces de influir como riesgo en el proyecto, se verifican los factores de riesgo en la zona en la que se desarrolla el Proyecto y su frecuencia; así como la proximidad a instalaciones políticas u otras.	Machucones;-golpes-,-golpes-múltiples, quemaduras, caídas o la muerte, perdidas de materiales.

Identificación de riesgos del proyecto

De igual manera, se identifican factores de riesgo, los cuales acontecen como resultado de las condiciones en la realización del proyecto; pueden existir riesgos inherentes que se harán presentes una vez que inicien los trabajos de construcción, por lo que se consideran como parte del riesgo asociado a las actividades de construcción, y no como asociado al sitio del proyecto.



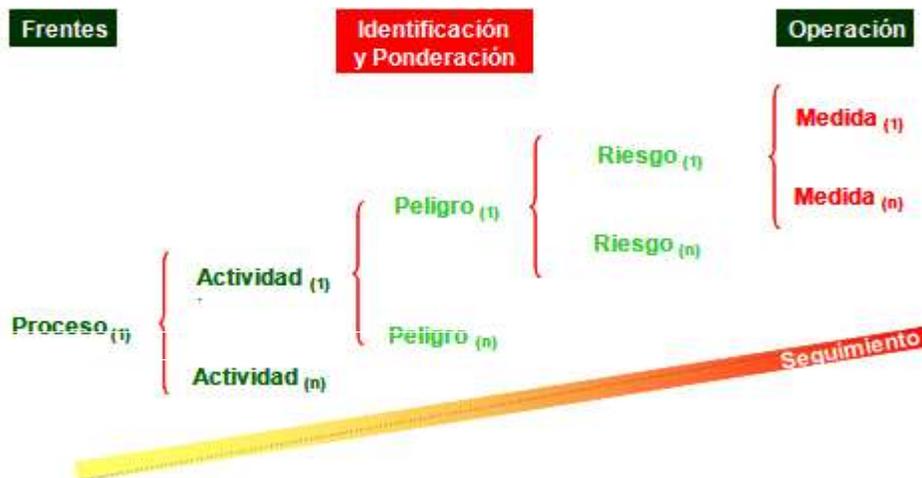
**Seguridad y Salud en la Construcción, Caso de Estudio:
Recomendaciones de Seguridad Aplicadas en el P.H. La Yesca
Análisis de Riesgos de las Actividades de Construcción**

Tabla 3.2. Tipos de riesgos del proyecto.

TIPO	DESCRIPCIÓN
FÍSICOS	Son los componentes de naturaleza física que habitualmente se encuentran en el ambiente laboral y cuyo aumento o disminución puede afectar la salud.
ERGONÓMICOS	Es la falta de adecuación de equipo, maquinaria y elementos de trabajo a las condiciones físicas del hombre que pueden ocasionar daños a la salud o lesiones.
PSICOSOCIALES	Considerando que las condiciones del proyecto modifican los hábitos y costumbres del trabajador, es posible que estos cambios afecten su comportamiento alterando su salud por condiciones de aislamiento, estrés, soledad, etc.

Los peligros se identifican de acuerdo a la siguiente metodología: De acuerdo a la fuente potencial de causar lesión o daño a la salud, a la propiedad, al ambiente de trabajo o a la combinación de éstos.

Figura 3.3. Metodología para la identificación de riesgos.



Para realizar la evaluación del riesgo, derivado de los peligros identificados, la probabilidad y consecuencias, se utiliza la tabla de evaluación de riesgo.

Posterior a ello, se procede a evaluarlos, ponderando la frecuencia probable de que se presente el riesgo en la actividad, mediante los criterios siguientes:



Tabla 3.3. Probabilidades de ocurrencia.

Probabilidad de ocurrencia	6	Se puede presentar varias veces al día
	5	Se puede presentar diariamente
	4	Se puede presentar varias veces a la semana
	3	Se puede presentar varias veces al mes
	2	Se puede presentar una vez al mes
	1	Se puede presentar esporádicamente

Consecuencias: La evaluación de la magnitud de las consecuencias se realiza considerando los efectos dañinos que se puedan generar a la salud o al ambiente de trabajo, siendo el 5 el mayor valor y 1 el menor.

Para efectos de salud y efectos a la propiedad o al Ambiente de Trabajo por sustancias peligrosas.

Tabla 3.4. Tabla de evaluación de efectos a la salud o al ambiente de trabajo por sustancias peligrosas.

Valor	Efecto en la salud por afectación de sustancias peligrosas	Efectos en la propiedad o al ambiente de trabajo
5	Existencia en el ambiente laboral de sustancias tóxicas, carcinógenas comprobadas o clasificadas como 4*.	Pérdida de total de las instalaciones
4	Sospecha en el medio ambiente de trabajo de la existencia de sustancias tóxicas, carcinógenas y teratógenas o clasificadas como 4*.	Daño que requiere mas de un mes para su reparación
3	Existencia en el medio ambiente de bajas concentraciones de sustancias químicas tóxicas, cancerígenas, mutágenas o teratógenas o exposición poco frecuente o clasificadas como 3* exposición continuada a ruido superior a 85dB.	Daños que requieren de mas de una semana para su reparación
2	En el ambiente, existencia escasa o exposición poco frecuente con sustancias tóxicas, flamables, teratógenas cancerígenas o clasificadas como 2*, exposición ocasional a ruido superior a 85 dB.	Daños que requiere reparación de 1 a 3 días
1	En el ambiente no existen sustancias tóxicas, o existen clasificadas como 1*; el ruido es de ambiente.	Daños que se reparan en el mismo turno

Para efectos de salud ocupacional o al medio ambiente de trabajo. Para la evaluación de estos efectos, se utilizará la tabla 3.5.



**Seguridad y Salud en la Construcción, Caso de Estudio:
Recomendaciones de Seguridad Aplicadas en el P.H. La Yesca
Análisis de Riesgos de las Actividades de Construcción**

Tabla 3.5. Tabla de evaluación a efectos a la salud o al ambiente de trabajo.

Valor	Lesiones	Efectos en la propiedad o al ambiente de trabajo
5	Efectos Fatales Incapacidad permanente Total	Pérdida total de las instalaciones.
4	Incapacidad permanente parcial	Daño que requiere más de un mes para su reparación.
3	Incapacidad temporal con efectos severos reversibles	Daños que requieren de más de una semana para su reparación.
2	Incapacidad temporal con efectos reversibles	Daños que requiere reparación de 1 a 3 días.
1	Incapacidad Temporal con efectos leves pasajeros	Daños que se reparan en el mismo turno.

Una vez evaluado y calificado el riesgo, y de acuerdo a la naturaleza del mismo, se determina si es riesgo se puede eliminar, mitigar o controlar, se establecen con ello, los controles operacionales, instructivos de trabajo y/o capacitación, modificación o adecuación del ambiente de trabajo, etc.

Figura 3.4. Matriz de probabilidad y consecuencias.

Consecuencias

5	B	M	M	A	MA	MA	MA
4	B	B	M	M	A	A	MA
3	T	B	B	M	M	A	A
2	T	B	B	B	M	M	A
1	T	T	B	B	B	M	M
0	T	T	T	T	B	B	B
	0	1	2	3	4	5	6

Probabilidad



Medidas preventivas y de controles operacionales

Una vez evaluado y calificado el riesgo, y de acuerdo a la naturaleza del mismo, se determina si es riesgo (tabla 3.6), se puede eliminar, mitigar o controlar, se establecen con ello, los controles operacionales, instructivos de trabajo y/o capacitación, modificación o adecuación del ambiente de trabajo, etc., mediante los siguientes criterios:

Tabla 3.6. Tabla de calificación del riesgo.

Calificación	Criterios de Control
Muy Alto	Procedimientos documentados específicos para la actividad, Inspecciones documentadas. Para su ejecución y supervisión se requiere personal especializado.
Alto	Autorización de Actividades de Alto Riesgo, Instructivos, Inspecciones documentadas. Para su ejecución y supervisión se requiere de personal especializado. Capacitación y entrenamiento.
Medio	Inspecciones documentadas de seguridad. Para su ejecución se requiere de personal interno calificado. Capacitación, Entrenamiento.
Bajo	Inclusión de las medidas de control en los procedimientos constructivos del área. Difusión de las medidas de control en el sitio y/o inducción. Supervisión de la actividad documentada por personal interno calificado. Para su atención o ejecución no se necesita personal calificado.
Tolerable	Difusión de las medidas de control en sitio. Requiere supervisión no documentada de la exposición al riesgo por personal interno calificado para su atención o ejecución no se requiere personal calificado.

Los análisis de riesgos de la empresa en las actividades de construcción en general y específicos de una Presa de este tipo, así como en Centrales Hidroeléctricas, que sirven de base para el sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, cuentan con experiencia operacional al ser sometidos a revisiones y adecuaciones en la ejecución de las actividades, por lo cual permiten garantizar que las acciones que se han establecido se han resuelto favorablemente.

Nota: Para una mejor comprensión del procedimiento descrito en este subcapítulo consultar el Anexo A que describe el análisis de riesgos elaborado para la construcción de la obra de toma del P.H. La Yesca.