

Table of contents

Contenidos

1. EXECUTIVE SUMMARY	8
2. INTRODUCTION	10
3. COMMON AND REPETITIVE DAMAGES SEEN IN THE 27-F EARTHQUAKE	12
4. RECOMMENDATIONS ON TRANSMISSION, SUBTRANSMISSION AND DISTRIBUTION.....	34
4.1 Play in the interconnections of electrical equipment	34
4.2 Recommendations regarding design and verification in the seismic design of foundations, supporting structures and equipment	42
4.3 Acceptable values for materials.....	50
4.4 Recommendation for updating the current seismic technical specification (Preparation of a unified and updated seismic specification):.....	58
4.5 Recommended measures to deal with emergencies	58
4.6 Emergency spare parts stock.....	70
5. CONCLUSIONS	72
 ANEX A: SEISMIC REQUIREMENTS FOR HIGH VOLTAGE PROJECTS	
A.1 Introduction	76
A.2 Regulations in force	76
A.3 Seismic design requirements	78
A.4 Critical elements and recommendations	90
A.5 Interpretation of the μ -2s statistical value.....	94
 ANEX B: REPLACEMENT PARTS POLICY	
B.1 Replacement parts policy.....	98
B.2 General.....	98
B.3 stock and replacement criteria	100
B.4 Glossary of terms used.....	104
B.5 Recommendations	108

1. RESUMEN EJECUTIVO	9
2. INTRODUCCIÓN.....	11
3. DAÑOS COMUNES Y REPETITIVOS EN TERREMOTO DEL 27-02-2010	13
4. RECOMENDACIONES TRANSMISIÓN, SUBTRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN	35
4.1. Holguras en las interconexiones de equipos eléctricos	35
4.2. Recomendaciones respecto de verificación/diseño sísmico de fundaciones, estructuras de soporte, equipos.....	43
4.3. Valores admisibles de materiales.....	51
4.4. Recomendación de actualización de la especificación técnica sísmica vigente (preparación especificación sísmica unificada y actualizada)	59
4.5. Medidas recomendables para atender emergencias.....	59
4.6. Stock de repuestos para emergencia	71
5. CONCLUSIONES.....	73
 ANEXO A: REQUERIMIENTOS SÍSMICOS PARA PROYECTOS DE ALTA TENSIÓN	
A.1. Introducción.....	77
A.2. Normativas vigentes.....	77
A.3. Requerimientos del diseño sísmico	79
A.4. Elementos críticos y recomendaciones	91
A.5. Significado del valor estadístico μ -2s.....	95
 ANEXO B: POLÍTICA DE REPUESTOS	
B.1. Política de repuestos.....	99
B.2. Generalidades	99
B.3. Criterio de stock y reposición.....	101
B.4. Glosario de terminología empleada.....	105
B.5. Recomendaciones.....	109

1. Executive Summary

The present report is a result of the study made by the Special Study Committee belonging to the Chilean chapter of the International Council of Large Electrical Networks (CIGRE). The mission of this committee is to gather and analyze experiences gained regarding facilities involved in electrical generation, transmission, subtransmission and distribution, arising from the earthquake magnitude 8.8 degrees Richter which shook Chile on February 27th, 2010.

The aim of the committee was to study the effects in the electrical installations caused by the earthquake so as to garner lessons learnt from this event so as to make the pertinent recommendations seeking to avoid these consequences (damages) from recurring given the probable occurrence of similar seismic events in the future.

Given this aim, the Special Study Committee sought to review the more repetitive damages seen in electrical installations from various electrical concerns, analyzing possible causes and recommending mitigation measures so as to avoid repetition in light of possible future events having similar characteristics. Thus recommendations are made regarding the electrical design of projects, such as the play or overlength which ought to be considered when connecting equipment and in particular how to check for sound design for foundations, supporting structures and equipment, particularly regarding high voltage equipment.

Recommendations are also given regarding how to check that the required admissible values are used in electrical installation materials.

There is an additional proposal to create a committee with the participation of

regulatory authorities, utility companies with specialist advisers from academia, sponsored by CIGRE, which may undertake a review of current technical specifications in seismic matters for substation electrical equipment as indicated in the Security and Quality of Service Technical Regulation (NTS&CS) so as to initiate an update of these technical specifications, adding lessons learnt from the February 27 earthquake, including any possible updates in international seismic regulation and in the state of the art in the matter. The aim being to establish a current state updating mechanism for specification at national level.

Finally, suggestions are made regarding the necessary measures for properly addressing this type of emergency, recommending a stockpiling policy by the utilities which may consider the shortages attributable to an earthquake as a parameter to take into account when defining stockpiling criteria.

Thus, the work undertaken by CIGRE's Special Committee provides utility companies with recommendations arising from lessons learnt from the February 27th earthquake, seeking to buffer any effects from a future earthquake in the electrical system.

El presente informe corresponde al estudio realizado por el Comité Especial de Estudio perteneciente al Capítulo Chileno del Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas (CIGRÉ). Dicho Comité reúne y analiza la experiencia adquirida en las instalaciones del sector Generación, Transmisión, Subtransmisión y Distribución eléctrica debido al terremoto de 8,8 grados Richter ocurrido en Chile del 27 de febrero de 2010.

El objetivo de este comité fue estudiar los efectos en las instalaciones eléctricas causados por el terremoto de modo de sacar lecciones aprendidas de este hecho haciendo las recomendaciones pertinentes tendientes a que no se repitan gran parte de estas consecuencias (daños) ante sismos de similares características que pudieran producirse a futuro.

Con dicho propósito el Comité Especial de Estudio se abocó a revisar los daños más repetitivos ocurridos en las instalaciones eléctricas de diferentes empresas eléctricas, analizando sus posibles causas y recomendando medidas de mitigación para evitar su repetición frente a futuros eventos de similares características. Así se hacen recomendaciones en lo que se refiere al diseño eléctrico de los proyectos, como por ejemplo las holguras que se debe contemplar en la conexión de equipos y en

particular de cómo verificar el correcto diseño de las fundaciones, de las estructuras soportes y de los equipos, fundamentalmente orientados a los equipos de alta tensión.

También se entregan recomendaciones referentes a cómo verificar los valores de sollicitación admisibles en los materiales usados en las instalaciones eléctricas.

Además, se propone crear un comité, con participación de la autoridad reguladora, las empresas con la asesoría de los especialistas de las universidades, con el auspicio de CIGRÉ, que realice una revisión de la actual especificación técnica sísmica vigente para equipos eléctricos de subestaciones indicada en la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NTS&CS) de modo tal de realizar una actualización de esta especificación técnica incorporando las lecciones aprendidas del sismo del 27 de febrero de 2010 y las posibles actualizaciones de otras normas sísmicas internacionales y estado del arte en el tema. La idea es establecer un mecanismo de actualización de la especificación vigente a nivel nacional.

Finalmente se dan sugerencias referentes a medidas necesarias de cómo enfrentar en forma más adecuada este tipo de emergencia, recomendando además desarrollar una política de stock de repuestos de las empresas que considere la emergencia del terremoto como un parámetro a tener en cuenta en esta decisión.

En esencia el trabajo efectuado por el Comité Especial de CIGRE Chile entrega a las empresas eléctricas recomendaciones provenientes de las lecciones aprendidas debido al terremoto del 27 de febrero de 2010 para atenuar los efectos de un futuro terremoto en el sistema eléctrico.