

SUPPORTED BY



递交给全球碳捕集与封存研究院的
可行性研究概览报告

公开报告



罗马尼亚 GETICA 碳捕集与封存示范项目



为了方便起见，本报告已经被从英文翻译成了中文。全球碳捕集与封存研究院不保证该报告中文版本的准确性、可靠性和任何翻译版本内容的完整性。

免责声明

本报告由电力研究与工程研究院和项目合作伙伴为全球碳捕集与封存研究院的独家使用而准备。本报告属于全球碳捕集与封存研究院和电力研究与工程研究院并根据两者之间的协议发行。对于任何使用或信任本报告的第三方，无论是电力研究与工程研究院，还是其项目合作者，都不承担任何责任和义务。

为了信息交流，本文件发布在全球碳捕集与封存研究院的网站上。关于该信息的可靠性、准确性和完整性，全球碳捕集与封存研究院不作出任何表示和保证、不为该信息任何方式的错误（包括疏忽）或遗漏，承担任何责任。

©全球碳捕集与封存研究院有限公司 2011 年，堪培拉。

执行摘要

GETICA 二氧化碳捕集与封存示范项目旨在在罗马尼亚的西南开发区的一个现有的燃煤发电厂，示范大规模一体化 CCS 的应用。该项目计划的启动日期是 2015 年 12 月。

该项目由罗马尼亚政府赞助，由经济、贸易和商业环境部(METBE)协调，并获得全球碳捕集与封存研究院的支持。该项目将由一个新的项目公司来实施，其中，原始股东将是三个现有的国有公司——CE Oltenia SA 公司、SNTGN Transgaz SA 公司和 SNGN Romgaz SA 公司。

CCS 链（捕集、运输、封存）的可行性研究由罗马尼亚的研究与电力工程研究院（ISPE）（在英国的 INTETCH 咨询公司的支持下）、德国的阿尔斯通碳捕集公司、罗马尼亚的 GeoEcoMar 公司、以及法国的斯伦贝谢碳服务公司组成的一个联盟完成。

该可行性研究的主要调查结果如下所示。

二氧化碳捕集

Turceni 电厂现有的六个机组中 330 兆瓦的 6 号机组将进行二氧化碳捕集（CCP）改装。6 号机组燃烧当地的褐煤、配备湿法烟气脱硫（WFGD）和高密度砂浆灰渣排放的装置。该 CCP 将以预定的至少 85%的二氧化碳捕集率，从烟道气气流中处理相当于 250 兆瓦时净电力输出的烟道气气流。该 CCP 每年将大约捕集 130 万吨二氧化碳，从而使得净输出功率减少约 30%（从 275 兆瓦减少到 193 兆瓦）。

由于 GETICA CCS 示范项目计划在 2015 年年底之前运营，考虑到其适合该项目的规模的可能的商业效用，技术选择被局限于冷氨吸收法（CAP）和先进胺吸收法（AAP）。基于多方面的标准，CAP 被选择作为用于 GETICA 项目的燃烧后捕集（PCC）技术。

应用 CAP 技术的主要优点包括：

- 现有的静电除尘器（EP）和湿法烟气脱硫足以使二氧化碳捕集成为可能；
- 胺溶液的稳定性不会受到烟道气中存在的氧气或酸性微量成分的影响；
- 考虑到没有降解产品，也没有复杂的化合物，环境影响相对较小；
- 利用与工厂中已有的氨使用相关的现有基础设施的机会；
- 氨供应的有效性和成本效率；



- 与 APP 相比，具有更低的运营成本和来自于液体铵硫酸盐副产品的潜在经济利益。

二氧化碳管道

本可行性研究评估了两种封存方案（5 号区域和 1 号区域）和两条对应的二氧化碳运输管道路线。二氧化碳将通过一条新的标称直径为 350 毫米（14 英寸）的陆上地下管道运输。从该 CCP 到两个封存方案中的任何一个的距离都是大约 40 千米。二氧化碳将以密相运输，因为这被确定为远距离运输的最具成本效益的解决方案。该管道设计压力—温度范围是：0-140 巴和 0-50 摄氏度。该管道的操作范围是 80-120 巴和 0-40 摄氏度。

管道路线主要考虑包括地形特征、该地区的人口密度、附近的考古遗址以及环境影响。

二氧化碳封存

可能的封存地点选择在 Turceni 电厂（排放源）50 千米以内，在 Getic 洼地内。封存地点基于主要的选择标准：封存藏岩石的特性（例如孔隙度和渗透性）、封存藏深度、以及封存藏上方合适的密封地层的存在。

在对七个封存地点的初步挑选之后，更为详细的数据分析发现，最（潜在地）合适的封存地点是 5 号区域和 1 号区域（都是深部咸水层）。

封存特性描述将在该项目的评估（第二阶段）期间完成。评估阶段的主要目标是填补在性能和风险评估期间确定的知识缺口，并完成对挑选的将进一步开发的单一封存地点的特性描述。该评估策略以假设 5 号区域作为一个二氧化碳封存地点比 1 号区域更有前景为基础。

CCS 的成本和融资

GETICA CCS 示范项目总的估计建设成本在可行性研究中已经确定，准确度为±20%。这些投资成本的分类在表 ES-1 中提供。

表 ES-1 投资成本

成本组成	占总估计成本的比重(%)
捕集（压缩部分占总捕集成本的 2.5%）	60
运输	4
封存	14
业主的成本	2
开发成本	19



成本组成	占总估计成本的比重(%)
公众意识、沟通和知识共享	1
总计	100

基于该可行性研究的运营成本，在表 ES-2 中提供。

表 ES-2 运营成本

成本组成	占每年运营成本的比重(%)
捕集	90
运输	2
封存	8
总计	100

在可能的情况下，GETICA CCS 示范项目的投资成本将由直接融资（补助金）支付。考虑到该项目的示范性质和欧盟推进 CCS 朝商业运营方向发展的目标，存在直接拨款的机会。

为了评估哪一个最符合该项目的需要，根据时间兼容性和筹资水平，针对欧洲层面可能的融资来源的一次详细调查已经在进行。关于筹资的进一步详情可以在 GETICA CCS 示范项目的《财务方案报告》中找到。

项目风险

一份初步的风险评估在 GETICA CCS 示范项目的可行性研究阶段已完成。已经开发了初步的风险登记册和风险矩阵。在确定的 69 种风险中，18 种被分类为对需要短期减排措施的 CCS 项目是至关重要的。这些风险与下列不确定性因素有关系：

- 项目的总成本；
- 副产品管理；
- 与从中试到示范阶段的规模扩大有关的捕集技术和潜在的技术问题；



- 土地所有者的批准；
- 根据受量和容量二氧化碳封存地点的性能。

下一步计划

基于该可行性研究的调查结果，在 GETICA CCS 示范项目的下一前端工程设计（FEED）阶段期间将要进行的主要活动是：

- 捕集的前端工程设计；
- 运输的前端工程设计；以及
- 封存特性描述。

前端工程设计阶段的目标是以更高层次的技术细节探索 CCS 项目组成部分和达到 $\pm 10\%$ 的投资成本估算精度（与该可行性研究阶段 $\pm 20\%$ 估算精度相比）。这将涉及在 5 号区域为封存管理的完整特性描述获取和处理新的地质数据（地质数据采集（二维/三维地震、井）和建模）。这一阶段将决定所选择的封存解决方案的适合性，并将为申请封存许可证提供所需技术背景。

1 背景

1.1 罗马尼亚的 CCS 推动力

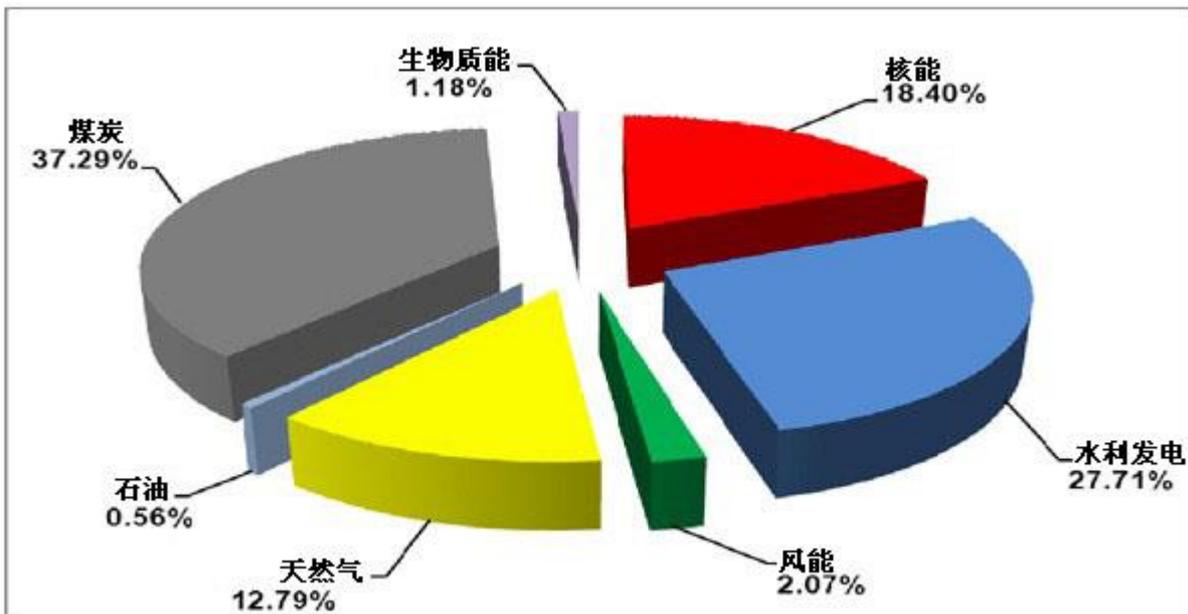
罗马尼亚碳捕集与封存示范项目的主要推动力包括：

- 必须保持煤炭作为一种能源来源以支持国家的能源安全；
- 能源行业排放占罗马尼亚温室气体排放量大部分的现实（2009 年占 66.44%（ANPM，2011））；以及
- 由于具有较高的二氧化碳封存潜力，罗马尼亚被确定处于预备水平。

1.1.1 罗马尼亚的能源组合

如图 1-1 所示，罗马尼亚通过各种不同的化石燃料、核能和可再生能源发电选择来满足其能源需求。

图 1-1 罗马尼亚 2011 年电力生产结构



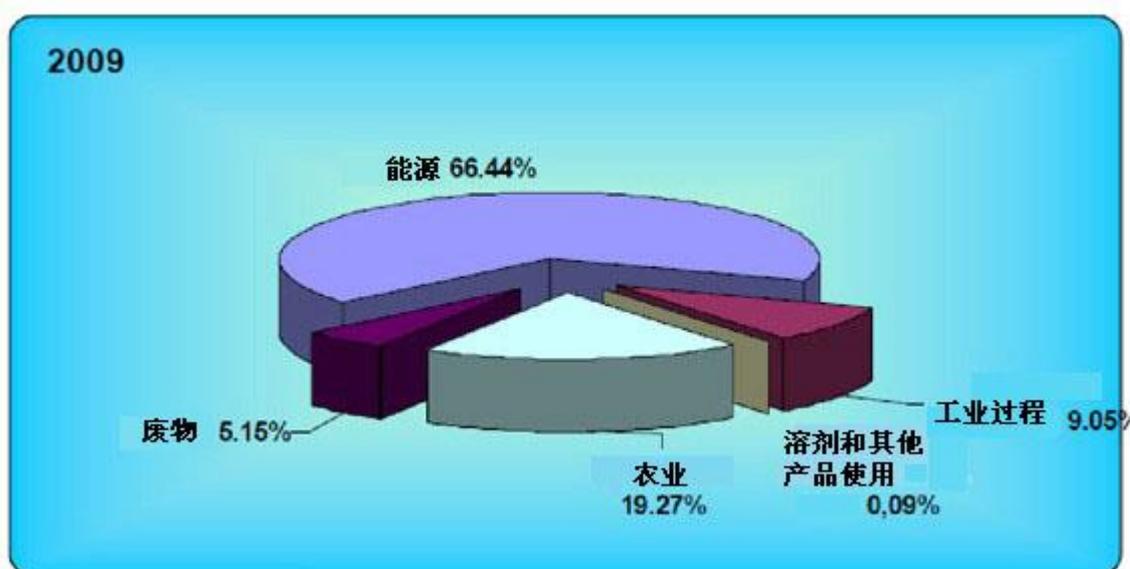
来源：《ANRE 年度报告，2011》

考虑到煤炭是其主要的能源来源，现有的燃煤发电厂的继续运营对罗马尼亚的能源安全非常重要。

1.1.2 罗马尼亚的二氧化碳排放组合

2009 年，罗马尼亚总温室气体排放的 66.44%来自于能源行业（ANPM，2011）。该国按行业分类的排放如下列图 1-2 所示。

图 1-2 2009 年按部门区分的温室气体排放

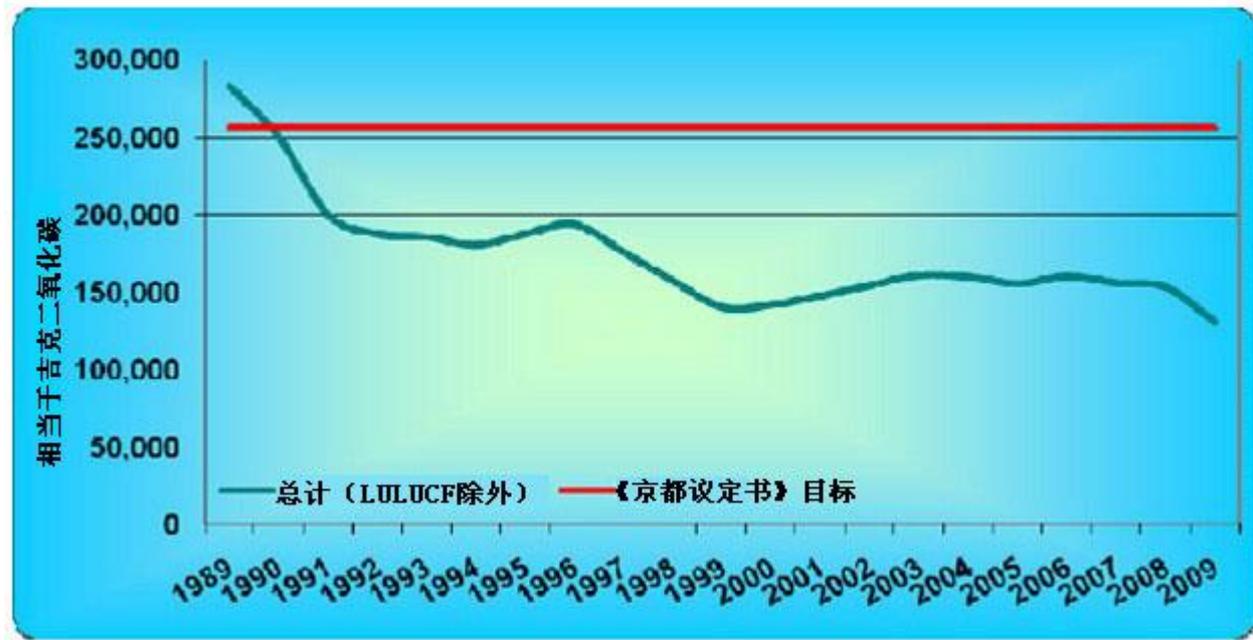


来源：ANPM，2011

1989–2009 年的年度温室气体排放如图 1-3 所示。主要特点包括：

- 1989–2009 年期间是向市场经济转型的过程，包括经济结构重组；
- 首个核反应堆 1996 年在 Cernavoda 发电厂投入运营；
- 从 1999 年起，由于经济振兴排放量增长；以及
- 由于经济危机，排放在 2009 年（从 2008 年起）显著降低。

图 1-3 1989–2009 年相当于二氧化碳的总温室气体排放



来源：(ANPM, 2011)

1.1.3 罗马尼亚的二氧化碳封存潜力

罗马尼亚的二氧化碳封存潜力已经确定为相对较高。罗马尼亚估计的总封存容量为深部咸水层 18.6 吉吨、枯竭油气田 4.0 吉吨 (来源：《欧盟地质容量项目, WP2 报告——封存能力》)

深部咸水层的封存容量估算以罗马尼亚局部深部含水层的二氧化碳封存潜力的确定和计算为基础。枯竭油气田的二氧化碳封存能力评估基于这样一种见解——大部分剩余的油气根据开采量将在 20-30 年内从目前的油气田中开采出来，由此产生的枯竭油气田将可用于二氧化碳封存。在评估二氧化碳封存能力时，也会考虑到提高石油采收率 (EOR) 和提高天然气采收率 (EGR) 的潜能。

罗马尼亚有悠久的油气生产历史，并且曾经是勘探和油气田开发的地球物理学方法应用方面的早期领导者。罗马尼亚官方记录的首次石油生产在 1857 年，开采率为每年 225 吨。1900 年，罗马尼亚曾是世界第三大石油生产国，每年生产 30 万吨。

罗马尼亚在天然气封存封存方面同样拥有悠久的历史，可追溯到 1961 年，Sibiu 县首次尝试通过注入天然气来提高瓦斯生产。直到今天，一直在通过建立新的气藏不断开发天然气地下封存容量。在 2010 年，有六个运营的气藏，具备总计 27.60 亿立方米的容量，或可用于潜在的二氧化碳封存。

1.2 政府对此项目的支持

罗马尼亚的 CCS 倡议具有坚实的监管背景，而且一些政府行动已经巩固了 GETICA CCS 示范项目。这些行动概括在表 1-1 中。

表 1-1 罗马尼亚政府行动

2009 年 7 月	发布“罗马尼亚为能源-气候变化欧盟立法机构一揽子实施作预备的行动计划”，由几个部共同发起，包括经济、贸易和商业环境部 (METBE)、环境和森林部 (MEF)、公共财政部 (MPF)，
------------	--



	并由总理签署。
2010 年初	罗马尼亚开始准备将欧盟的 CCS 指令转化为国家立法。环境和森林部负责此项任务，成立了一个工作小组承担此项任务。
2010 年 2 月	发布“在罗马尼亚实施一个关于碳捕集与封存的示范项目的行动计划”，由经济、贸易和商业环境部发起，并由总理签署。
2010 年 4 月	经济、贸易和商业环境部发起了针对罗马尼亚二氧化碳排放密集行业的国家 CCS 项目提案征集。随后进行了一次全国选拔。
2010 年 5 月	能源行业的 GETICA CCS 示范项目被选作罗马尼亚的 CCS 项目，将被提出作为新建电厂储备金（NER300）计划的一部分。此时，经济、贸易和商业环境部为提交一份有效地 CCS 项目的 NER300 计划申请所需要的活动，提供了充分的支持。开始了可行性研究的开发。
2010 年 8 月	经济、贸易和商业环境部发布了“国家 CCS 研发计划”。 经济、贸易和商业环境部通过第 1508 号命令成立了“CCS 示范项目部级指导委员会”。
2010 年 11 月	发布首个 NER300 征集提示申请文件的完成。
2011 年	欧盟 CCS 指令转换成罗马尼亚立法完成（2011 年 6 月 30 日）——GEO 第 64 号/2011 年——发表在官方公报上。
	成立将来的 CCS 项目公司作为罗马尼亚 CCS 示范项目的运营方。
	GETICA CCS 示范项目根据 NER300 计划申请提供资金。

2 项目概述

GETICA CCS 示范项目是一个完整的 CCS 示范项目。该项目获得罗马尼亚总理官方支持，由经济、贸易和商业环境部协调并获得了全球碳捕集与封存研究院的支持。

2.1 目标

GETICA CCS 示范项目的主要目标是实现大规模一体化 CCS 技术在现有燃煤发电厂的示范。

2.2 参与者

该项目将由一个新的项目公司来实施，其中原始股东将是三个现有的国有公司：

- CE Oltenia SA 公司；
- SNTGN Transgaz SA 公司；以及
- SNGN Romgaz SA 公司。

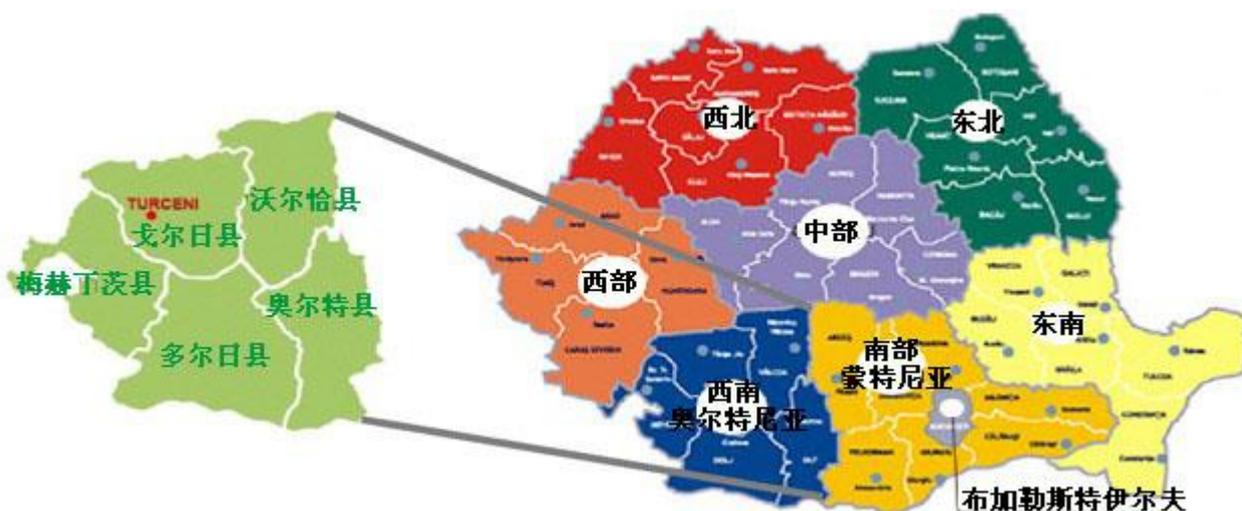
CCS 链（捕集、运输、封存）的可行性研究已经由以下财团完成：

- 研究与电力工程研究院（ISPE）——罗马尼亚：项目管理、电厂中的捕集整合以及二氧化碳运输开发（后者在英国的 INTETECH 咨询公司的支持下完成）；
- 阿尔斯通碳捕集公司——德国：二氧化碳捕集工厂（CCP）技术；
- GeoEcoMar 公司——罗马尼亚：二氧化碳地质封存；以及
- 斯伦贝谢碳服务公司——法国：二氧化碳地质封存支持。

2.3 项目规范

GETICA CCS 示范项目将在罗马尼亚西南开发区的戈尔日县实施。该西南开发区由五个县组成：多尔日县、奥尔腾县、沃尔恰县、梅赫丁茨县（参见图 2-1）。

图 2-1 项目地点



来源：地区开发与旅游部



这个罗马尼亚 CCS 示范项目由完整的 CCS 系统链组成，计划每年捕集 150 万吨 Turceni 电厂一个现有的 330 兆瓦机组（6 号机组）的二氧化碳排放。Turceni 电厂是一个基荷电厂，是罗马尼亚国家电力系统的其中一个战略电力供应商。该电厂和附近的褐煤矿是国有企业 Oltenia 综合能源的一部分。

来自于捕集工厂的二氧化碳将被利用（在可能的情况下）现有的陆上天然气管道运输，并封存于距离该电厂半径 50 千米的陆上地下深部咸水层。未来的封存地点也位于西南开发区。

2.4 项目开发计划

GETICA 项目计划的开始运营时间是 2015 年 12 月。一直到运营的主要阶段如下列图 2-2 所示：

图 2-2 GETICA CCS 示范项目的主要事实阶段



2.5 目前的状况

在开发该《可行性研究报告》的时候，GETICA CCS 示范项目已经成功地取得了以下进展：

- 选择了罗马尼亚首个 CCS 项目的位置（Turceni）；
- 可行性研究和封存评估；
- 申请 NER300 计划第一轮经费；以及
- 挪威和罗马尼亚之间签署《挪威金融机制谅解备忘录》，为 GETICA CCS 示范项目提供 4000 万欧元的财政支持。

目前，该项目正在准备启动前端工程设计（FEED）。来自挪威金融机制的拨款资金将被分配以完成此阶段工作。

2.6 参考/有关文件

以下文件先前一直作为 GETICA CCS 示范项目开发的一部分（表 2-1）。

表 2-1 GETICA CCS 示范项目参考/相关文件清单

发布日期	标题/ 说明	文件位置

发布日期	标题/ 说明	文件位置
2011 年 12 月	《可行性研究报告 ——二氧化碳捕 集》	http://www.globalccsinstitute.com/publications/GETICA-ccsdemonstration-project-%E2%80%93-feasibility-study-report-%E2%80%93-CO₂-capture
2011 年 11 月	许可报告	http://www.globalccsinstitute.com/publications/GETICA-ccs-demo-project-%E2%80%93-permitting-report

